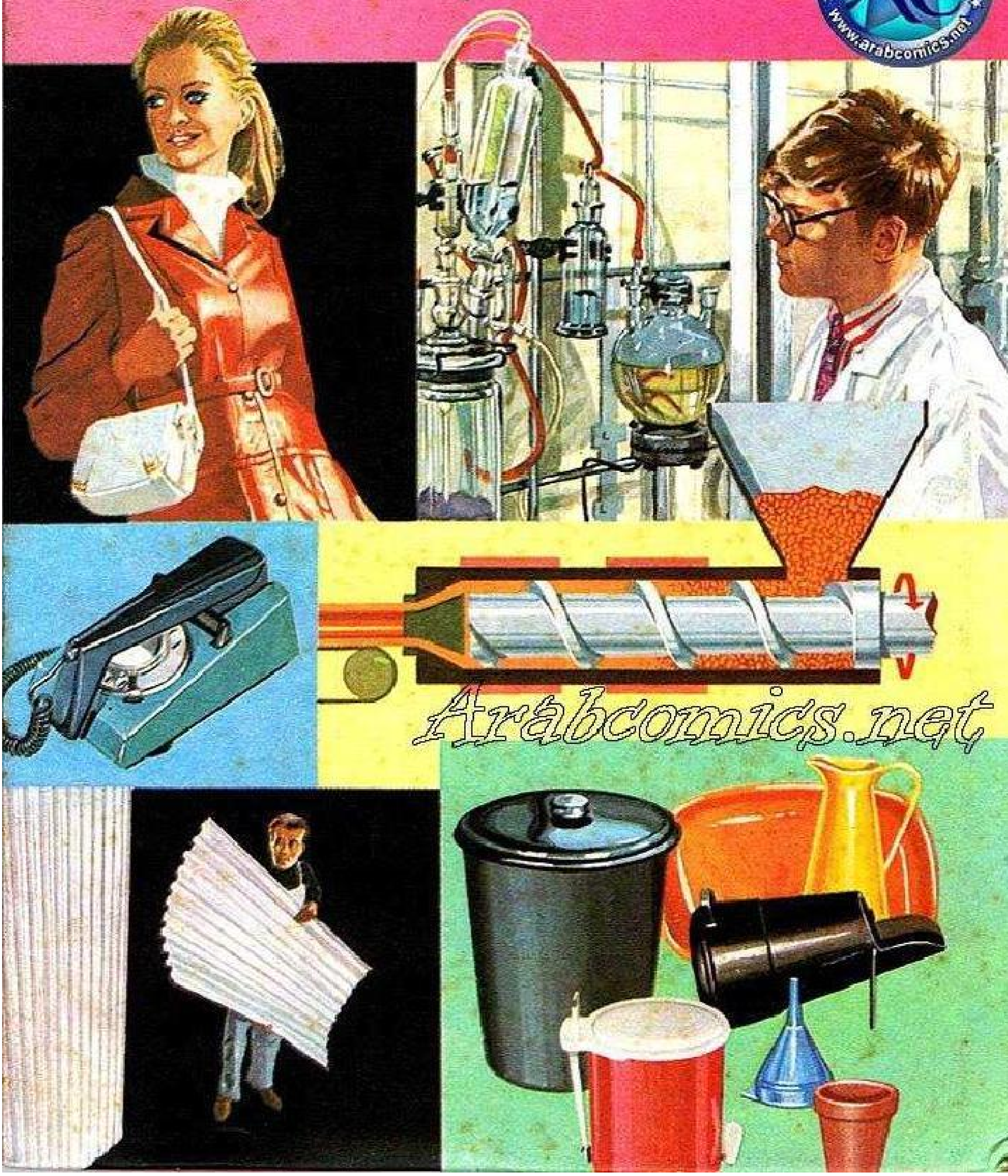
سلسلة «الانجازات الحضارية»

قصة اللدائن «البلاستيك»



تَعُودُ قِصَّةُ اللَّدائِنِ (البلاسْتِيك) إلى مائَةِ سَنَةٍ خَلَتْ. وكانَ تَقَدُّمُ دِراسَتِها بَطِيئًا، إلى أنْ تَمَّ تَشْجِيعُ الأَبْحاثِ فِيها وتَطْوِيرُها خِلالَ الحَرْبَيْنِ العالَمِيَّتَيْنِ.

ومُنْذُ عام ١٩٤٦ ازْدادَ اسْتِعْمالُ اللَّدائِنِ ازْدِيادًا عَظِيمًا. ويُقَدِّرُ بَعْضُهُمْ أنَّ حَجْمَ اللَّدائِنِ الَّتِي سَتُسْتَعْمَلُ خِلالَ الخَمْسَ عَشْرَةَ سَنَةً المُقْبِلَةَ سَيُعادِلُ حَجْمَ كُلِّ المَعادِنِ (الفِلِزّاتِ) المُسْتَعْمَلَةِ.

ويَرْوِي هٰذا الكِتابُ قِصَّةَ اللَّدائِنِ الشَّيِّقَةَ - قِصَّةَ هٰذِهِ المادَّةِ الَّتِي أَصْبَحَتْ مَأْلُوفَةً في شَتّى نَواحِي حَياتِنا اليَوْمِيَّةِ.

الفِهْرِس

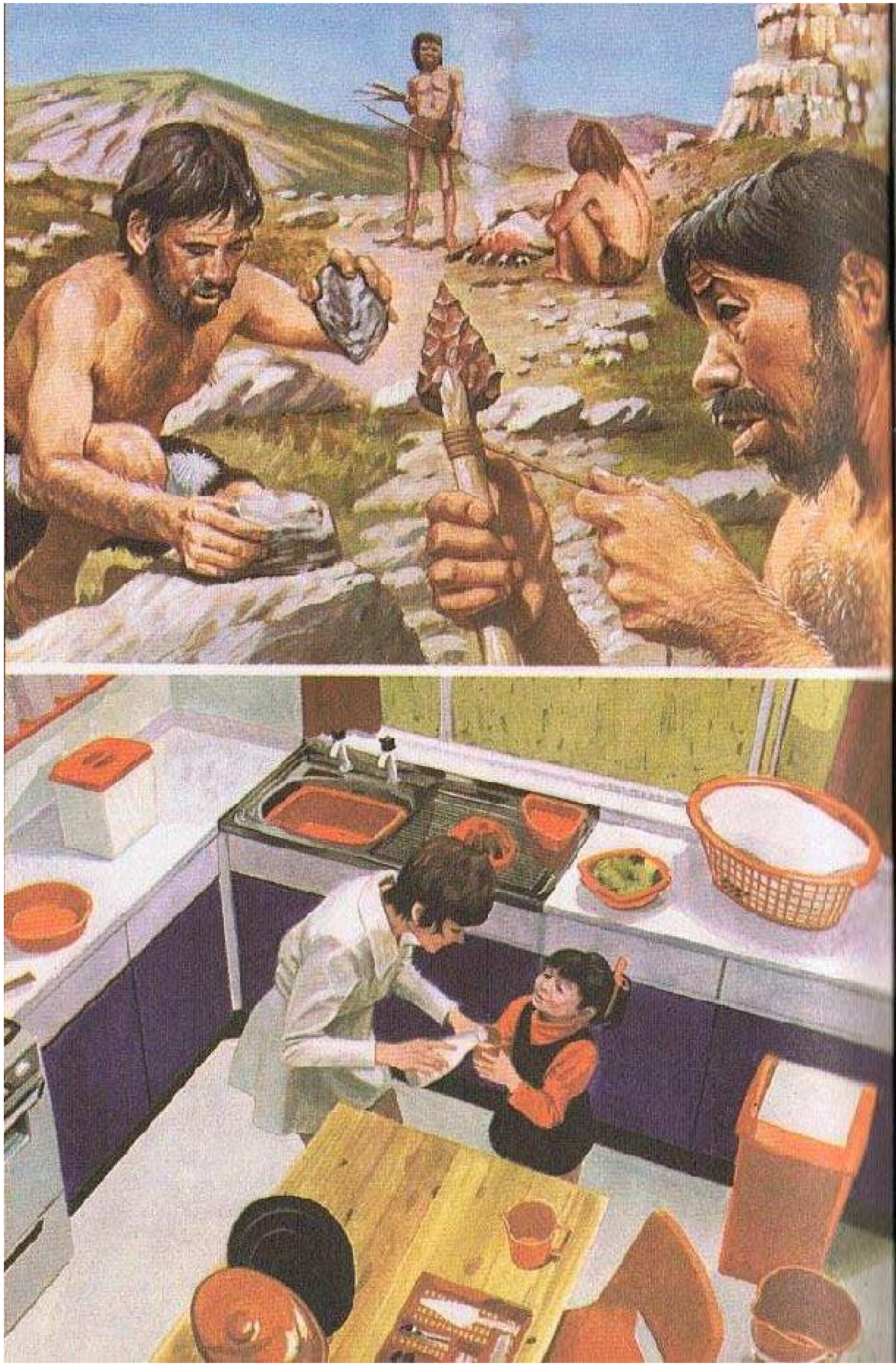
قَبْلَ عَصْرِ اللَّدائِنِ	٤
اللَّدائِنُ الأُولى	٦
أَهمِيَّةُ خَلاتِ السِّلْيُولُوز	٨
تَطْوِيرُ مَوادَّ جَدِيدَةٍ	١٠
تَطَوُّرُ تكنولوجيا اللَّدائِنِ	١٢
التَّطَوُّرُ في زَمَنِ الحَرْب	١٤
تَفَهُّمٌ أَفْضَلُ لِلْمَوادِّ الجَدِيدَةِ	١٦
ماهِيَّةُ اللَّدائِنِ	١٨
التَّرابُطُ الأَساسِيُّ بَيْنَ الجُزَيْئاتِ	٢٠
ما الَّذي يَجْعَلُ لِلَّدائِنِ هٰذِهِ الخَواصَّ المُفِيدَةَ ؟	٢٢
مَوادُّ اللَّدائِنِ الأَوَّلِيَّةُ	٢٤
تَقْطِيرُ البِتْرولِ يُزَوِّدُنا بالمَوادِّ الأَوَّلِيَّةِ لِصُنْعِ اللَّدائِنِ	٢٦
المَوادُّ البتروكيميائِيَّةُ (البتروكياوِيّات)	٢٨
صِناعَةُ كلوريد البوليفينيل	٣٠
صِناعَةُ البِرسْبِكس والبوليثين	٣٢
اللَّدائِنُ الحَرارِيَّةُ واللَّدائِنُ المُتَصَلِّدَةُ بالحَرارَةِ	٣٤
صُنْعُ الأَشْياءِ مِنَ اللَّدائِنِ	٣٦
مَزِيدٌ مِنَ المَعْلُوماتِ عَنْ تَصْنِيعِ اللَّدائِنِ	٣٨
التَّشْكِيلُ بالبَثْقِ	٤٠
التَّشْكِيلُ بالحَقْنِ	٤٢
التَّشْكِيلُ الحَرارِيُّ	٤٤
اللَّدائِنُ في المَخازِنِ والمَنازِلِ	٤٦
اللَّدائِنُ في النَّقْلِ والصِّناعاتِ الهَنْدَسِيَّةِ	٤٨
مُسْتَقْبَلُ اللَّدائِنِ	٥٠



قصّة اللّدائن
« البلاستيك »

تأليف : أ. هارنس
نقلها الى العربيّة : سيف الدّين بغدادي
مراجعة : أحمد شفيق الخطيب
وضع الرسوم : ب. هـ. روبنسون

مكتبة لبنان



قَبْلَ عَصْرِ اللَّدائِنِ

مُنْذُ آلافِ السِّنِينَ لَمْ يَكُنِ الإِنْسانُ القَدِيمُ يَسْتَعْمِلُ مِنَ المَوادِّ إلاَّ ما يَجِدُهُ حَوْلَهُ مِنَ الأَشْياءِ كالعِظامِ والعُشْبِ والصَّوّانِ والقُضْبانِ. وتَدْرِيجًا، أَصْبَحَ الإِنْسانُ أَكْثَرَ حِذْقًا في اسْتِخْدامِ هٰذِهِ المَوادِّ الَّتي تُمِدُّهُ بِها الطَّبِيعَةُ، وساعَدَهُ اكْتِشافُ النّارِ وتَعَلُّمُهُ اسْتِخْدامَها لِصُنْعِ مَوادَّ أُخْرى أَكْثَرَ فائِدَةً.

فَقَدْ وَجَدَ الإِنْسانُ أَنَّ تَسْخِينَ بَعْضِ أَنْواعِ الصَّلْصالِ عَلى النّارِ يُكْسِبُها صَلابَةً، واسْتَفادَ مِنْ ذٰلِكَ في صُنْعِ أَدَواتٍ يَجْمَعُ فِيها الماءَ. كَما اكْتَشَفَ كَيْفِيَّةَ صُنْعِ البرونزِ وغَيْرِهِ مِنَ السَّبائِكِ (الخَلائِطِ) المَعْدِنِيَّةِ. وازْدادَ تَدْرِيجًا عَدَدُ المَوادِّ الَّتي يَسْتَعْمِلُها. وفي الوَقْتِ نَفْسِهِ بَدَأَ بَعْضُ النّاسِ يَطْرَحُونَ أَسْئِلَةً حَوْلَ طَبِيعَةِ الكَوْنِ الَّذي يَعِيشُونَ فِيهِ، وكانَ هٰؤُلاءِ هُمُ العُلَماءُ الأَوائِلُ.

وَوَفَّرَ لَنا العِلْمُ، في القُرُونِ القَلِيلَةِ الماضِيَةِ، مَجْمُوعَةً أَكْبَرَ مِنَ المَوادِّ لِنَسْتَخْدِمَها في بِناءِ مَنازِلِنا، ونَصْنَعَ مِنْها الآلاتِ والمَكِناتِ الَّتي تَقُومُ في أَيّامِنا هٰذِهِ بِمُعْظَمِ أَعْمالِنا الشّاقَّةِ. ولَمْ نَعُدْ نَقْتَصِرُ عَلى اسْتِعْمالِ ما هُوَ في المُتَناوَلِ لِقَضاءِ احْتِياجاتِنا. بَلْ أَصْبَحْنا نُطَوِّرُ مَوادَّ مُعَيَّنَةً لِتُلائِمَ حاجاتِنا الخاصَّةَ.

وإذا سُمِّيَ عَصْرُ أَجْدادِنا الأَوائِلِ بالعَصْرِ الحَجَرِيِّ، فَلَعَلَّ عَصْرَنا الحالِيَّ سَيُعْرَفُ يَوْمًا بِأَنَّهُ «عَصْرُ اللَّدائِنِ».

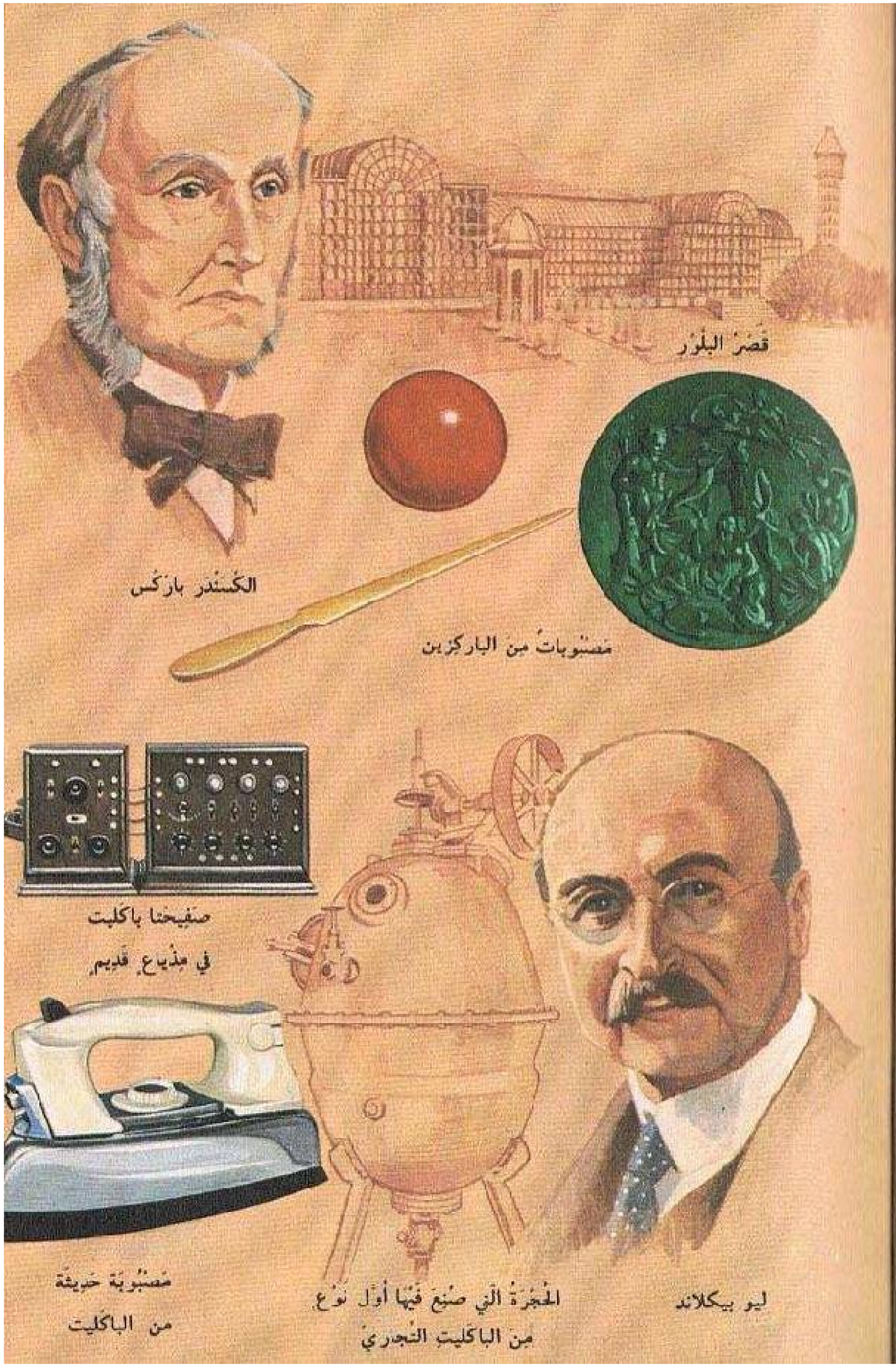
اللّدائنُ الأولى

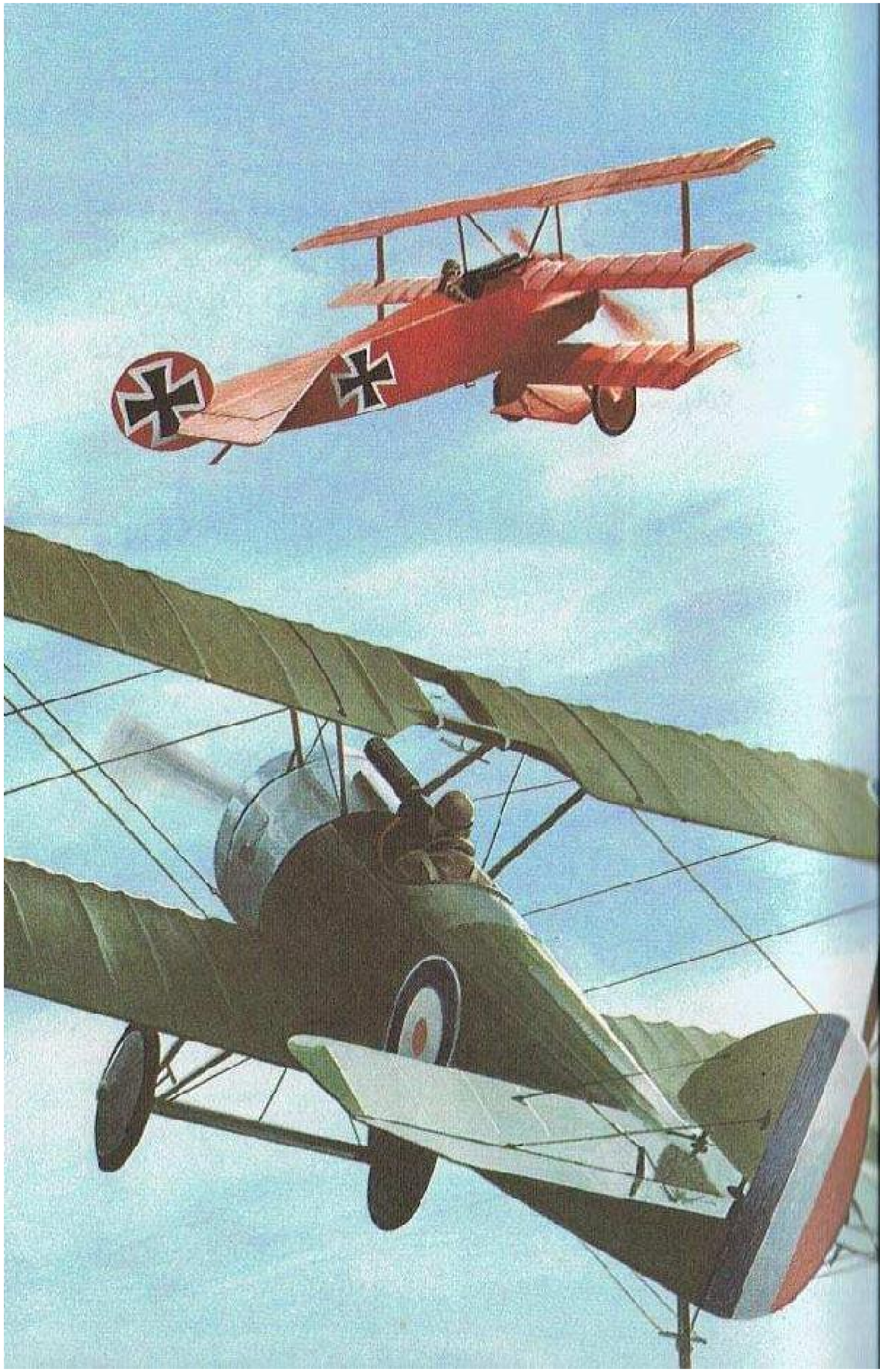
تَبدأُ قِصّةُ اللّدائنِ الاصْطِناعيّةِ مُنذُ حوالى مائةِ عامٍ تَقريبًا. فقَدْ عَرَضَ الكْسَنْدَر باركْس في المَعْرِضِ الكَبيرِ بِقَصْرِ البِلّورِ في لَندَن عام ١٨٦٢، مادّةً مَصنوعةً مِنْ نِتْراتِ السّليولوز سَمّاها **الباركزين**. وقَدْ قالَ باركْس إنّهُ يُمكِنُ استِعمالُ هٰذِهِ المادّةِ في صُنْعِ أشياءَ عَديدةٍ كالأوسِمةِ والأزْرارِ، وريشِ الكِتابةِ ومَماسِكِها .. الخ. وعَمِلَ باركْس خِلالَ عِدّةِ أعْوامٍ عَلى تَحْسينِ خَواصِّ هٰذِهِ المادّةِ دُونَ أنْ يُطَوِّرَها تَمامًا، ولَعَلَّ ذٰلِكَ عائِدٌ إلى أنَّ باركْس اهْتَمَّ بِشَكْلٍ رَئيسِيٍّ بِدراسةِ المَعادِنِ (الفِلِزّاتِ).

وفي الوَقْتِ نَفْسِهِ تَقريبًا، أُرْصِدَتْ جائزةٌ في أميركا لِمَنْ يَجِدُ بَديلاً لِلْعاجِ الّذي كانَ الطَّلَبُ عَلَيْهِ كَثيرًا لِصُنْعِ كُراتِ البِلْياردُو. وحاوَلَ جُون وِسْلي يات رِبْحَ هٰذِهِ الجائزةِ، فطَوَّرَ مَزيجًا مِنْ نِتْراتِ السّليولوز والكافور، كَثيرَ الشَّبَهِ بالباركزين وأطْلَقَ عَلَيْهِ اسْمَ السليولويد. وقَدْ أدْرَكَ «يات» إمْكانِيّاتِ اكْتِشافِهِ وأخَذَ يُطَوِّرُهُ تِجارِيًّا.

إنَّ الحاجةَ إلى مادّةٍ جَديدةٍ لِتَحُلَّ مَحَلَّ مادّةِ العاجِ النّادِرةِ، أدّتْ إلى اكْتِشافِ وتَطْويرِ السّليولويد. ولَمْ يَكُنِ السّليولويد المادّةَ المُثْلى، فَهُوَ مَثلاً يَلْتَهِبُ بِسُرْعةٍ وسُهولةٍ. لكِنّهُ كانَ مادّةً جَديدةً ذاتَ صِفاتٍ جَديدةٍ جَيّدةٍ لَوْلا قابِلِيّتُها لِلاشْتِعالِ. وأدّتْ قابِلِيّةُ الاشْتِعالِ هٰذِهِ إلى اسْتِمْرارِ البَحْثِ عَنْ مادّةٍ أكْثَرَ أمانًا وذاتِ خَواصَّ مُماثِلةٍ. وكانَتْ خَلاّتُ السّليولوز، الّتي أُعْطِيَتْ بَراءةُ تَصْنيعِها إلى الكيمْيائيَّيْنِ البريطانيَّيْنِ كْرُوس وبيقان، ذاتَ مَزايا مُشَجِّعةٍ.

وتَمَّ حَدَثٌ آخَرُ في تاريخِ اللّدائنِ حينَ مُنِحَ ليو هِندريك بيكلاند بَراءةَ اخْتِراعٍ عامَ ١٩٠٧ في أمْرِيكا. إنَّ اكْتِشافَ بيكلاند، والاكْتِشافَ المُشابِهَ الّذي حَقّقَهُ في لَنْدَنَ السِّير جيمس سْوينْبِرن بَعْدَ ذٰلِكَ بِوَقْتٍ قَصيرٍ، مَكّنَ مِنْ صُنْعِ مَوادَّ راتينجيّةٍ بِتَفاعُلٍ كيميائيٍّ بَيْنَ الفينول والفورمالدِهيد. وكانَتْ هٰذِهِ الراتينجيّاتُ هِيَ الأفْرادُ الأُوَلُ مِنْ عائِلةِ اللّدائنِ الحَديثةِ الّتي عُرِفَتْ باسْمِ الراتينجيّاتِ المُتَصَلِّدةِ بالحَرارةِ.





أهميّةُ خلاّتِ السّليولوز

استُخدِمَتْ خلاّتُ السّليولوز في صِناعةِ الطّائِراتِ الأُولى. فكانَ هَيكَلُ هٰذِهِ الطّائِراتِ خَشَبِيًّا يُغطّى بالقُماشِ. وكانَ القُماشُ يُطْلى بمَحْلولٍ مِنْ خَلاّتِ السّليولوز في أحَدِ مُذيباتِهِ كالخَلّونِ لِجَعْلِهِ مانِعًا لِنُفوذِ الماءِ ولِتَقْليصِهِ بِحَيْثُ يَلْتَصِقُ جَيِّدًا بالخَشَبِ. وقَدْ صُنِعَ، خِلالَ الحَرْبِ العالَمِيَّةِ الثّانِيَةِ، الكَثيرُ مِنَ الطّائِراتِ، الأَمْرُ الّذي دَعا إلى استِخْدامِ كَمِّيّاتٍ كَبيرَةٍ مِنَ السّليولوز، فأُنْشِىءَ العَديدُ مِنَ المَصانِعِ لِتَوفيرِ هٰذِهِ المادَّةِ الحَيَوِيَّةِ.

ولَمّا انْتَهَتِ الحَرْبُ، قَلَّ الطَّلَبُ على الطّائِراتِ، وبالتّالي على مادَّةِ السّليولوز الّتي كانَتْ مُتَوفِّرَةً وبِأَسْعارٍ مَعْقولَةٍ، غَيْرَ أَنَّ كَثيرًا مِنْ خَواصِّها المُفيدَةِ لَمْ تَكُنْ قَدِ اكْتُشِفَتْ بِشَكْلٍ كامِلٍ بَعْدُ.

وابْتَدَأَتْ بَرامِجُ أَبْحاثٍ مُتَعَدِّدَةٌ لِتَطْويرِ استِعْمالاتٍ أُخْرى لِهٰذِهِ المادَّةِ الجَديدَةِ. فأَمْكَنَ الحُصولُ مِنْها عَلى صَفائِحَ شَفّافَةٍ ومَرِنَةٍ وذٰلِكَ باقْتِطاعِ شَرائِحَ مِنْ قِطَعٍ كَبيرَةٍ مِنْ خَلاّتِ السّليولوز، غَيْرَ أَنَّ الصَّفائِحَ الأُولى الّتي صُنِعَتْ بِهٰذِهِ الطَّريقَةِ لَمْ تَكُنْ جَيِّدَةَ النَّوْعِيَّةِ. فَدَأَبَ العُلَماءُ عَلى تَطْويرِ مُرَكَّبٍ مِنْ خَلاّتِ السّليولوز لِهٰذا الغَرَضِ. ثُمَّ اكْتُشِفَ أَيْضًا أَنَّهُ يُمْكِنُ الحُصولُ عَلى حَريرٍ صِناعِيٍّ مِنْ خَلاّتِ السّليولوز.

وقادَ التَّوَسُّعُ في صِناعَةِ الأَلْيافِ الاصْطِناعِيَّةِ إلى زِيادَةِ إنْتاجِ خَلاّتِ السّليولوز وبالتّالي إلى تَدَنّي سِعْرِ هٰذِهِ المادَّةِ أَكْثَرَ فأَكْثَرَ. وذٰلِكَ جَعَلَ مِنَ المُمْكِنِ استِعْمالَها تِجارِيًّا في صُنْعِ الكَثيرِ مِنَ السِّلَعِ الأُخْرى كَقَبَضاتِ السَّكاكينِ وغَيْرِها.

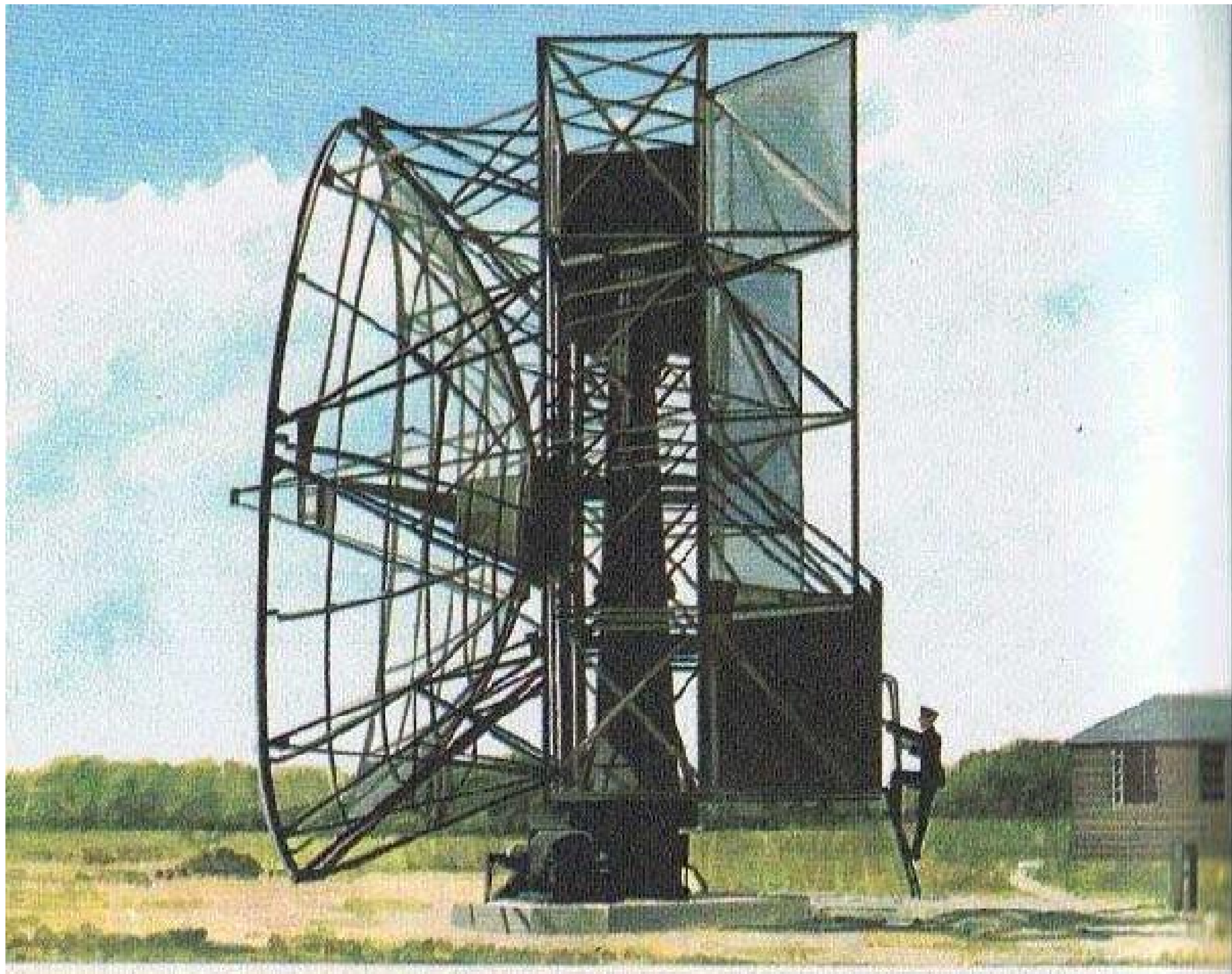
طائِرَتانِ خَشَبِيَّتا الهَيْكَلِ مِنْ طائِراتِ الحَرْبِ العالَمِيَّةِ الأُولى

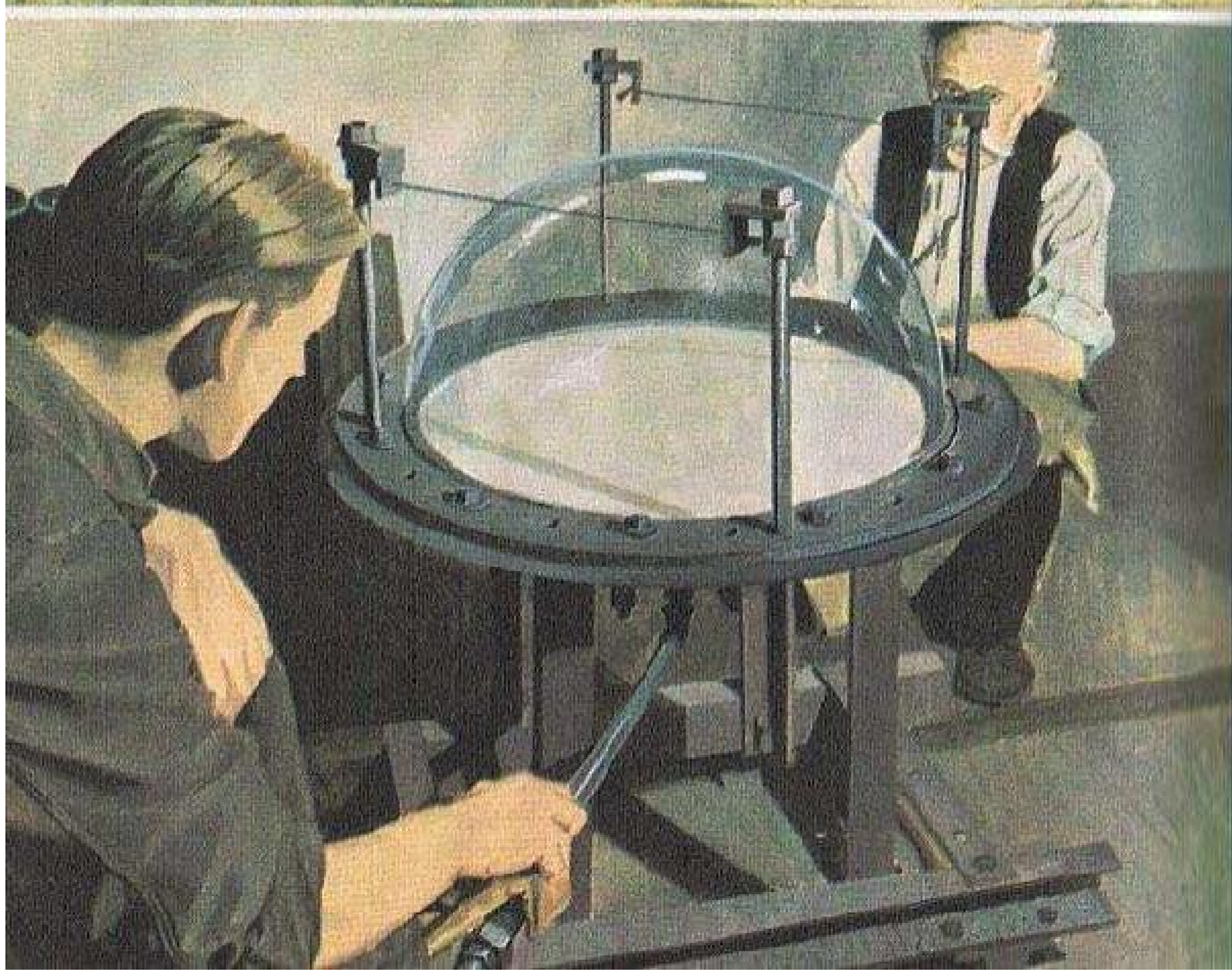
تَطْوِيرُ مَوادَّ جَدِيدَةٍ

اكْتُشِفَتْ بَعْضُ اللَّدائِنِ الأُخْرَى بِطَرِيقِ الصُّدْفَةِ. فَقَدْ كانَ عُلَماءُ في شَرِكَةِ الصِّناعاتِ الكِيمْيائِيَّةِ الإمبراطُورِيَّةِ في وِينِنغتون بِغَرْبِ إنْكِلْترا عامَ ١٩٣٣ يَدْرُسُونَ تَأْثِيرَ الضَّغْطِ المُرْتَفِعِ ودَرَجَةِ الحَرارَةِ عَلى مَوادَّ مُخْتَلِفَةٍ. كانَ أَحَدَها غازُ الإيثيلِين. ولِحُسْنِ الحَظِّ كانَ الإيثيلِين المُعالج يَحْوِي مِقْدارًا ضَئِيلاً مِنَ الأُوكْسِجِينِ الَّذِي عُرِفَ مُنْذُئِذٍ أَنَّ المِقْدارَ الضَّئِيلَ مِنْهُ يُساعِدُ عَلى بَلْمَرَةِ الإيثيلِين في دَرَجَةِ الحَرارَةِ والضَّغْطِ المُسْتَعْمَلَيْنِ مِنْ قِبَلِ العُلَماءِ. وحِينَ فَتَحَ العُلَماءُ مُفاعِلَهُم الصَّغِيرَ بَعْدَ انْتِهاءِ التَّجْرِبَةِ، وَجَدُوا آثارًا مِنْ مادَّةٍ بَيْضاءَ شَمْعِيَّةٍ صُلْبَةٍ هِيَ النَّمُوذَجُ الأَوَّلُ مِنَ البوليثين.

لَقَدْ تَأَخَّرَ اكْتِشافُ خَواصِّ البوليثين سَنَواتٍ عَدِيدَةً، نَظَرًا لِقِلَّةِ الكَمِّيَّةِ المَصْنُوعَةِ مِنْهُ، ولَمْ تَتَوَفَّرْ هٰذِهِ المادَّةُ بِكَمِّيّاتٍ تِجارِيَّةٍ إلاّ في أَثْناءِ الحَرْبِ العالَمِيَّةِ الثّانِيَةِ حِينَ اسْتُعْمِلَتْ بِكَثْرَةٍ في تَجْهِيزاتِ الرّادارِ.

وبَقِيَتْ بَعْضُ اللَّدائِنِ مَثارَ اهْتِمامِ مُحِبِّي الاسْتِطْلاعِ سَنَواتٍ عَدِيدَةً قَبْلَ إدْراكِ إمْكانِيَّةِ الاسْتِفادَةِ العَمَلِيَّةِ مِنْها. وقَدْ كانَتْ مادَّةُ «البُولِيمِيثيل مِيثاكْرِيلات» إحْداها، فَقَدْ ظَلَّتْ مَعْرُوفَةً ثَلاثِينَ سَنَةً قَبْلَ أَنْ تُصْبِحَ ذاتَ قِيمَةٍ تِجارِيَّةٍ، والسَّبَبُ في تَأَخُّرِ تَطَوُّرِها يَعُودُ إلى صُعُوبَةِ صُنْعِ مادَّتِها الأُولى (المِيثيل مِيثاكريلات). وفي عامِ ١٩٣٢ اكْتَشَفَ كِيمْيائِيُّونَ في أَحَدِ مَخابِرِ شَرِكَةِ الصِّناعاتِ الكِيمْيائِيَّةِ طَرِيقَةً لِصُنْعِ المِيثيل مِيثاكريلات بِكَمِّيّاتٍ وافِرَةٍ وتَكالِيفَ مَعْقُولَةٍ، وقَدْ ساعَدَ هٰذا فِيما بَعْدُ، عَلى صُنْعِ (البوليميثيل ميثاكريلات) بِكَمِّيّاتٍ تِجارِيَّةٍ. وتَتَمَيَّزُ هٰذِهِ المادَّةُ اللَّدائِنِيَّةُ بِالمَتانَةِ والشَّفافِيَّةِ - فَصَفائِحُها شَفّافَةٌ كالزُّجاجِ - مِمّا يَجْعَلُها مُلائِمَةً لِلاسْتِخْدامِ في صُنْعِ القُبَبِ الشَّفّافَةِ والأَغْطِيَةِ المُنْزَلِقَةِ في الطّائِراتِ.





(في الأَعْلى) مَحَطَّةُ رادارٍ حَرْبِيَّةٌ

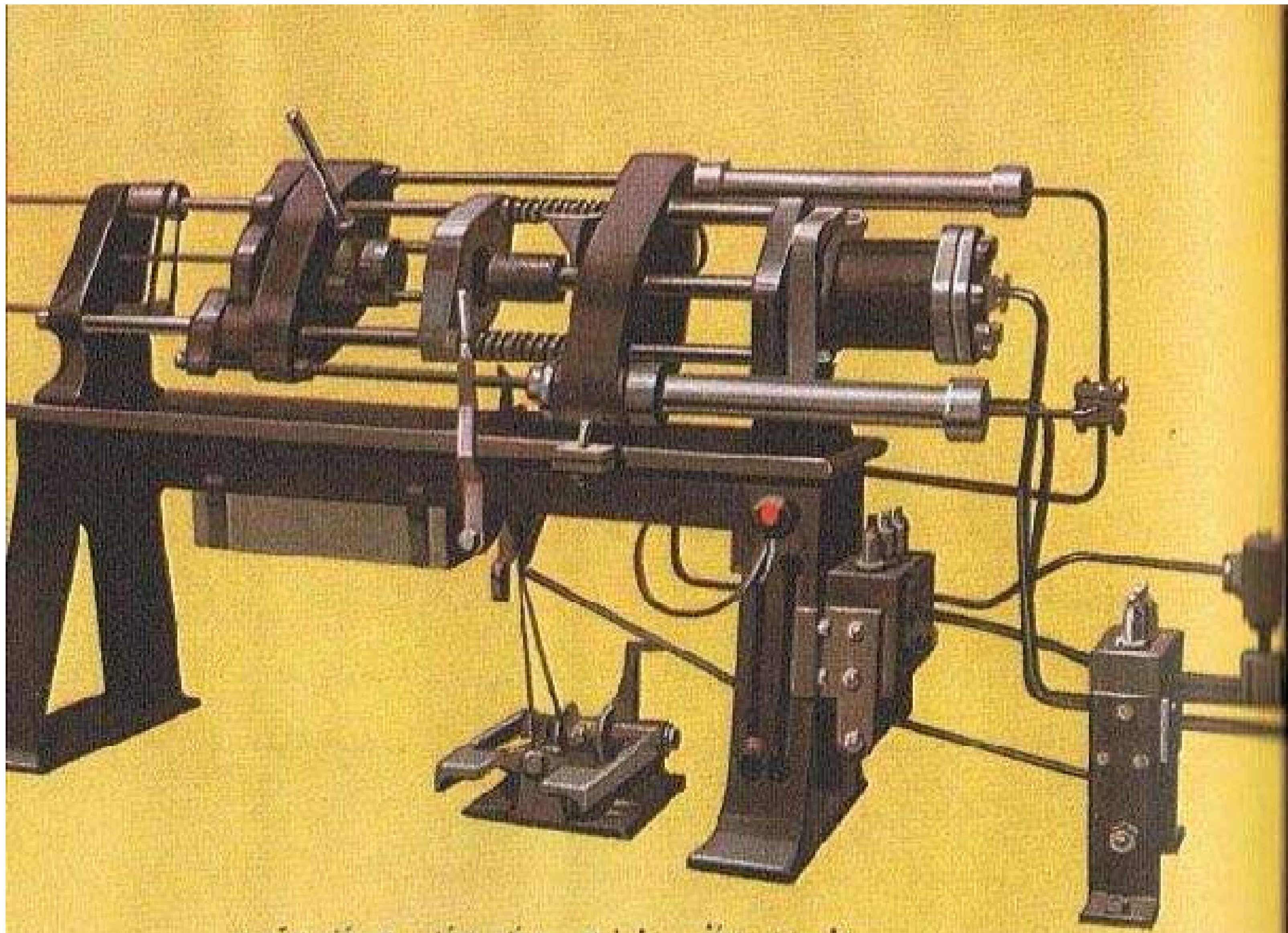
(في الأَسْفَلِ) نَفْخُ القُبَّةِ الشَّفّافَةِ لِحُجْرَةِ الطَّيّارِ مِنْ صَفِيحَةٍ لَدائِنِيَّةٍ

تَطَوُّرُ تِكْنُولُوجْيا اللَّدائِنِ

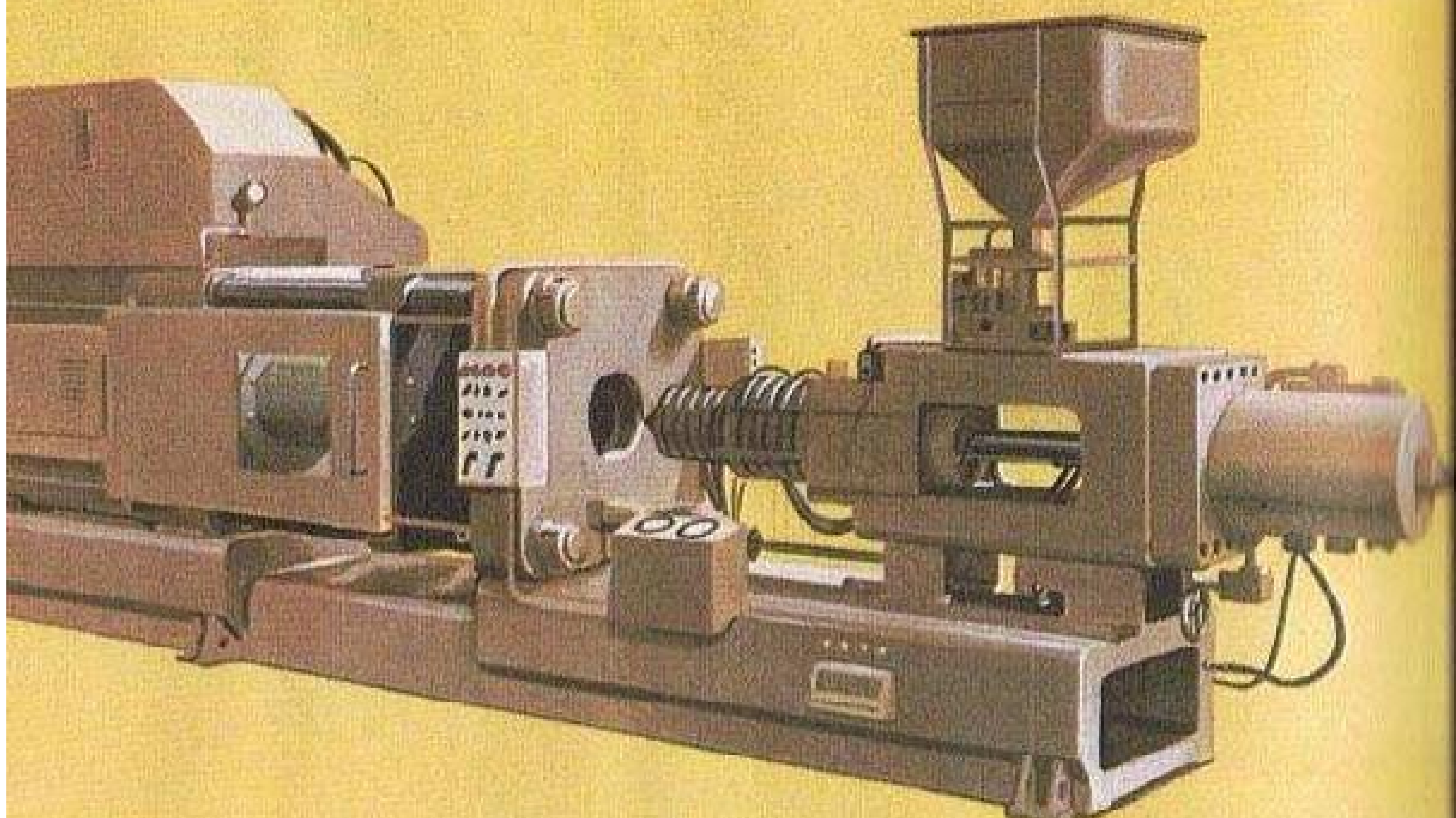
تَطَلَّبَ تَطَوُّرُ الموادِّ الجديدةِ طُرُقًا جديدةً في تَصْنيعِها ومُعالجتِها . والتَّصْنيعُ هُوَ المَرْحَلَةُ الَّتي يَتِمُّ فيها صُنْعُ أدواتٍ نافِعَةٍ مِنَ المَوادِّ اللَّدائِنِيَّةِ (البلاستيكيَّة) . وقَدْ كانَ تَطَوُّرُ الآلاتِ المُسْتَخْدَمَةِ لِذلِكَ بَطيئًا .

وقَدْ صُنِعَتِ اللَّدائِنُ ، في البَدْءِ ، بآلاتٍ صُمِّمَتْ لأَغْراضٍ أُخْرى ، لِذلِكَ لَمْ يَتَّخِذْ تَصْنيعُ اللَّدائِنِ شَكْلاً جِدِّيًّا إلاَّ بَعْدَ أَنْ أُعِدَّتِ الآلاتُ الخاصَّةُ لِتَصْنيعِها . فَعَمَلِيَّةُ الصَّبِّ بالبَثْقِ (أيْ بِدَفْعِ المادَّةِ المُسَخَّنَةِ خِلالَ ثُقوبٍ تُكْسِبُها الشَّكْلَ المَطْلوبَ - انْظُرْ صفحة ٤٠) تَرْجِعُ في أَصْلِها إلى طَريقَةِ صِناعَةِ المَعْكَرُونَةِ الَّتي كانَتْ مَعْروفَةً في إيطاليا مُنْذُ عام ١٨٠٠ ، وفي حَوالى عامِ ١٨٥٠ كانَتِ الأَسْلاكُ الكَهْرَبائِيَّةُ تُعْزَلُ بِطَبَقَةٍ مِنَ المَطَّاطِ والصَّمْغِ الجاوي بِنَوْعٍ مِنْ عَمَلِيَّةِ البَثْقِ . وقَدْ طُبِّقَتِ العَمَلِيَّةُ نَفْسُها عَلى السِّليولويداتِ في أواخِرِ القَرْنِ التَّاسِعَ عَشَرَ إلاَّ أَنَّهُ لَمْ يُسْتَفَدْ مِنْ ذلِكَ تِجارِيًّا إلاَّ حَوالى عامِ ١٩٣٠ . ولَمْ تَتَوَفَّرِ الآلاتُ الخاصَّةُ بِعَمَلِيَّةِ بَثْقِ اللَّدائِنِ ، إلاَّ سَنَةَ ١٩٣١ حِينَ صَمَّمَ هورست هيدريك آلَةً بائِقَةً تُسَخَّنُ بالتَّيَّارِ الكَهْرَبائِيِّ وتُغَذَّى بالمادَّةِ اللَّدائِنِيَّةِ عَلى شَكْلِ حُبَيْباتٍ .

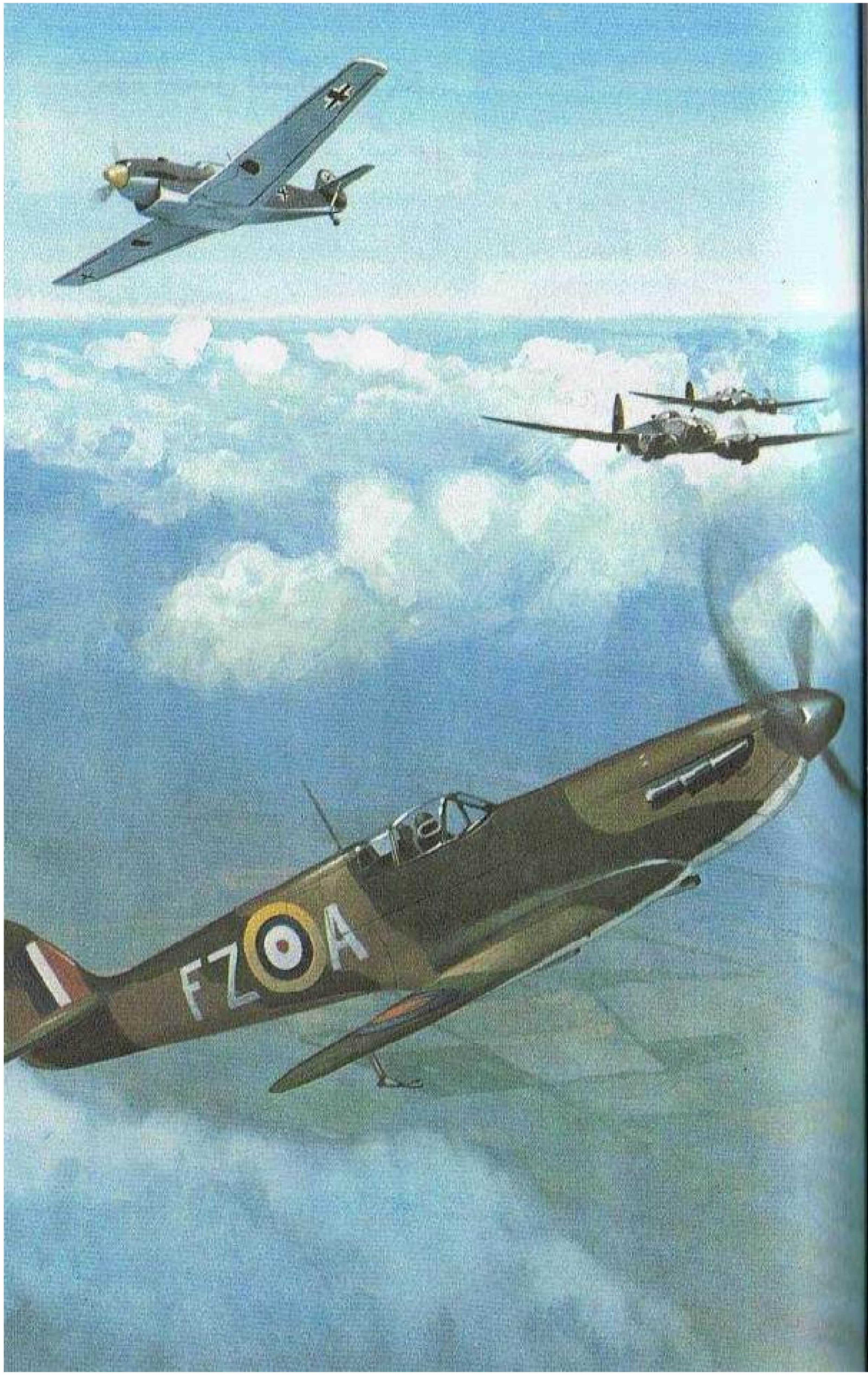
ويَرْجِعُ أَصْلُ التَّشْكيلِ بالحَقْنِ أيْ بِدَفْعِ كَمِّيَّةٍ كافِيَةٍ مِنَ المادَّةِ اللَّدائِنِيَّةِ ، لِمَلْءِ قالَبٍ (انْظُرْ صفحة ٤٢) إلى الآلاتِ الَّتي تُسْتَخْدَمُ في صَبِّ المَعادِنِ . وطُوِّرَتْ بِنَجاحٍ آلَةٌ يَدَوِيَّةٌ لِصَبِّ اللَّدائِنِ في أَلْمانيا سَنَةَ ١٩١٩ . وبَعْدَ عَشْرِ سَنَواتٍ صُمِّمَتْ آلاتٌ ميكانيكيَّةٌ لاسْتِعْمالِها في تَصْنيعِ خَلاَّتِ السِّليولوز . وحِينَ بَدَأَتِ الحَرْبُ العالَمِيَّةُ الثَّانِيَةُ سَنَةَ ١٩٣٩ طُوِّرَتْ بَعْضُ أَساليبِ التَّحَكُّمِ الذَّاتِيِّ في هٰذِهِ الآلاتِ .



جهازُ صَبٍّ بالحَقْنِ يَعُودُ إلى ما قَبْلَ الحَرْبِ العالَمِيَّةِ الثَّانِيَةِ



جهازٌ حديثٌ لِلصَّبِّ بالحَقْنِ



التَّطَوُّرُ في زَمَنِ الحَرْبِ

في أثْناءِ الحَرْبِ العالَمِيَّةِ الثّانِيَةِ قامَتِ الأُمَمُ المُشْتَرِكَةُ فِيْها بِأَبْحاثٍ اسْتِقْصائِيَّةٍ مُسْتَفِيضَةٍ لِتَطْويرِ مَوادَّ جَدِيدَةٍ .

فَقَدْ باتَتْ المانْيا في حـاجَةٍ ماسَّةٍ لِمَوادَّ تَحُلُّ مَحَلَّ المَطّاطِ الّذي لَـمْ يَعُدْ مُتَوَفِّرًا لَدَيْها ، وقـادَ ذلِكَ إلى تَطْويرِ أنْواعٍ مِنَ المَطّاطِ الاصْطِناعِيِّ ، وحَصَلَ تَـوَسُّعٌ في إنْتاجِ كلوريد البوليفينيل ، واسْتِعْمـالِ البُولِيسْتِيرِينِ . ولَـمّـا كانَتْ ألمانيا تَتَوَقَّعُ نُشوبَ الحَرْبِ عاجِلاً أمْ آجِلاً ، فَقَدْ بادَرَتْ إلى تَطْويرِ العَمَلِ في حَقْلِ اللَّدائِنِ قَبْلَ بَدْءِ الحَرْبِ بِسَنَواتٍ . وقَدْ عَرَضَتْ مَجْموعـاتٍ مُـمْتازَةً مِنَ السِّلَعِ البلاستيكِيَّةِ في مَعْرِضِ دُوسلدورف عـامَ ١٩٣٧ .

كَمـا طَوَّرَتْ ألمانيا صِناعَةً كِيميائِيَّةً قَوِيَّةً تَعْتَمِدُ عَلى الفَحْمِ الحَجَرِيِّ ، وكانَ الغَرَضُ مِنْها إنْتاجَ الهَيدروكَربونات (وهِيَ مُرَكَّبات مِنَ الكَرْبُونِ والهيدروجين) الّتي هِيَ الخامُ الأساسِيُّ في صِناعَةِ اللَّدائِنِ والمَطّاطِ الصِّناعِيِّ .

وكانَتْ بَرِيطانيا تَأْمُلُ تَجَنُّبَ الحَرْبِ ، لِذا لَـمْ تَكُنْ صِناعَتُها مُهَيَّأَةً لِلْحَرْبِ بِشَكْلٍ جَيِّدٍ حِينَ انْدَلَعَتْ . لكِنْ في مَدَى عامَيْنِ وحِينَ ظَنَّتْ ألمانيا أنَّهـا سَتَرْبَحُ الحَرْبَ عـامَ ١٩٤٠ ، كانَتِ اللَّدائِنُ تُسْتَعْمَلُ في بَرِيطانيا بِكَمِّيّاتٍ مُتَزايِدَةٍ ، فَحَلَّتْ بَعْضُ اللَّدائِنِ مَحَلَّ المَعادِنِ لِتَوْفِيرِها لاسْتِعْمـالاتٍ أُخْرَى . وقَدْ لَعِبَتْ بَعْضُ اللَّدائِنِ كالبِرسْبِكْس (لِصُنْعِ الغِطاءِ المُنْزَلِقِ لِحُجْرَةِ الطَّيّارِ) والبوليثيلين (لِلْعَزْلِ ، في أجْهِزَةِ الرّادْيُو) دَوْرًا حَيَوِيًّا في المُساعَدَةِ عَلى كَسْبِ الحَرْبِ .

تَفَهُّمٌ أَفْضَلُ لِلْمَوادِّ الجَدِيدَةِ

حِينَ انْتَهَتِ الحَرْبُ كانَ عَلى الصِّناعَةِ أَنْ تُعيدَ تَنْظِيمَ نَفْسِها ، وتَجِدَ طُرُقًا لِلاسْتِفادَةِ مِنَ المَوادِّ الجَدِيدَةِ الَّتِي كانَ بِمَقْدُورِ العامِلِ أَنْ تُنْتِجَها بِكَمِّيّاتٍ كَبِيرَةٍ . في إِبّانِ الحَرْبِ كانَ الاتِّجاهُ الغالِبُ هُوَ اعْتِبارُ اللَّدائِنِ كَمَوادَّ بَدِيلَةٍ لا كَمَوادَّ جَدِيدَةٍ لَها مَكانُها الخاصُّ في العالَمِ .

واسْتَمَرَّ هٰذا الفَهْمُ الخاطِئُ لِلَّدائِنِ بَعْدَ الحَرْبِ ، وتَضافَرَ نَقْصُ المَعْرِفَةِ لِخَواصِّ اللَّدائِنِ المُتَنَوِّعَةِ مَعَ نَقْصِ الخِبْرَةِ في مَجالاتِ اسْتِخْدامِها ، عَلى تَصْمِيمِ وإِنْتاجِ الكَثِيرِ مِنَ الأَدَواتِ السَّيِّئَةِ مِنْها .

ولَمْ تَكُنِ الأَدَواتُ الَّتِي صُنِعَتْ مِنَ اللَّدائِنِ ، في ذٰلِكَ الوَقْتِ ، سِوَى نُسَخٍ عَنْ نَماذِجَ مَأْلُوفَةٍ صُمِّمَتْ أَصْلًا لِتُصْنَعَ مِنْ مَوادَّ أُخْرَى كالخَشَبِ والمَعادِنِ والخَزَفِ الصِّينِيِّ . فَلَيْسَ مِنَ المُسْتَغْرَبِ إِذًا أَنْ يُنْظَرَ إِلى تِلْكَ الأَدَواتِ عَلى أَنَّها تَقْلِيدٌ سَيِّئٌ لِلْمُنْتَجاتِ المَعْرُوفَةِ ، خاصَّةً وأَنَّها غالِبًا ما كانَتْ حَقًّا كَذٰلِكَ . ومَرَّتْ سِنُونَ عَدِيدَةٌ قَبْلَ أَنْ يُدْرِكَ المُصَمِّمُونَ أَنَّ تَحْقِيقَ الفائِدَةِ الجُلَّى مِنَ المَوادِّ البلاستيكِيَّةِ يَتَطَلَّبُ مَعْرِفَةً دَقِيقَةً لِخَواصِّها وحُدُودِ إِمْكاناتِها . فالتَّصْمِيمُ هُوَ في الحَقِيقَةِ مَزِيجٌ مِنَ العِلْمِ والفَنِّ ويَجِبُ أَنْ يَأْخُذَ بِعَيْنِ الاعْتِبارِ خَواصَّ المادَّةِ الَّتِي يُرادُ اسْتِخْدامُها .

فإِذا أَضَفْنا إِلى التَّصْمِيمِ السَّيِّئِ نَقْصَ المَعْرِفَةِ حَوْلَ أَجْوَدِ الطُّرُقِ لِصُنْعِ اللَّدائِنِ أَدْرَكْنا السَّبَبَ في ظُهُورِ تِلْكَ المُنْتَجاتِ السَّيِّئَةِ . أَمّا في الوَقْتِ الحاضِرِ فَإِنَّ أَكْثَرِيَّةَ الأَدَواتِ المُصَنَّعَةِ مِنَ اللَّدائِنِ تُصَمَّمُ وتُصْنَعُ بِعِنايَةٍ فائِقَةٍ لِذٰلِكَ انْحَسَرَتِ الفِكْرَةُ القَدِيمَةُ الَّتِي تَقُولُ : إِنَّ اللَّدائِنَ هِيَ بَدِيلٌ لِمَوادَّ أُخْرَى ، وحَلَّتْ مَكانَها الفِكْرَةُ الصَّحِيحَةُ وهِيَ : أَنَّ اللَّدائِنَ مَوادُّ جَدِيدَةٌ ولَها اسْتِعْمالاتٌ جَدِيدَةٌ .



جَوْرَبانِ مِنَ النّايْلُونِ وفُرْشاةُ أَسْنانٍ . ظَهَرَتْ خِلالَ الحَرْبِ وهِيَ أَوَّلُ أَدَواتٍ لَدائِنِيَّةٍ لاقَتْ رَواجًا حَقِيقِيًّا



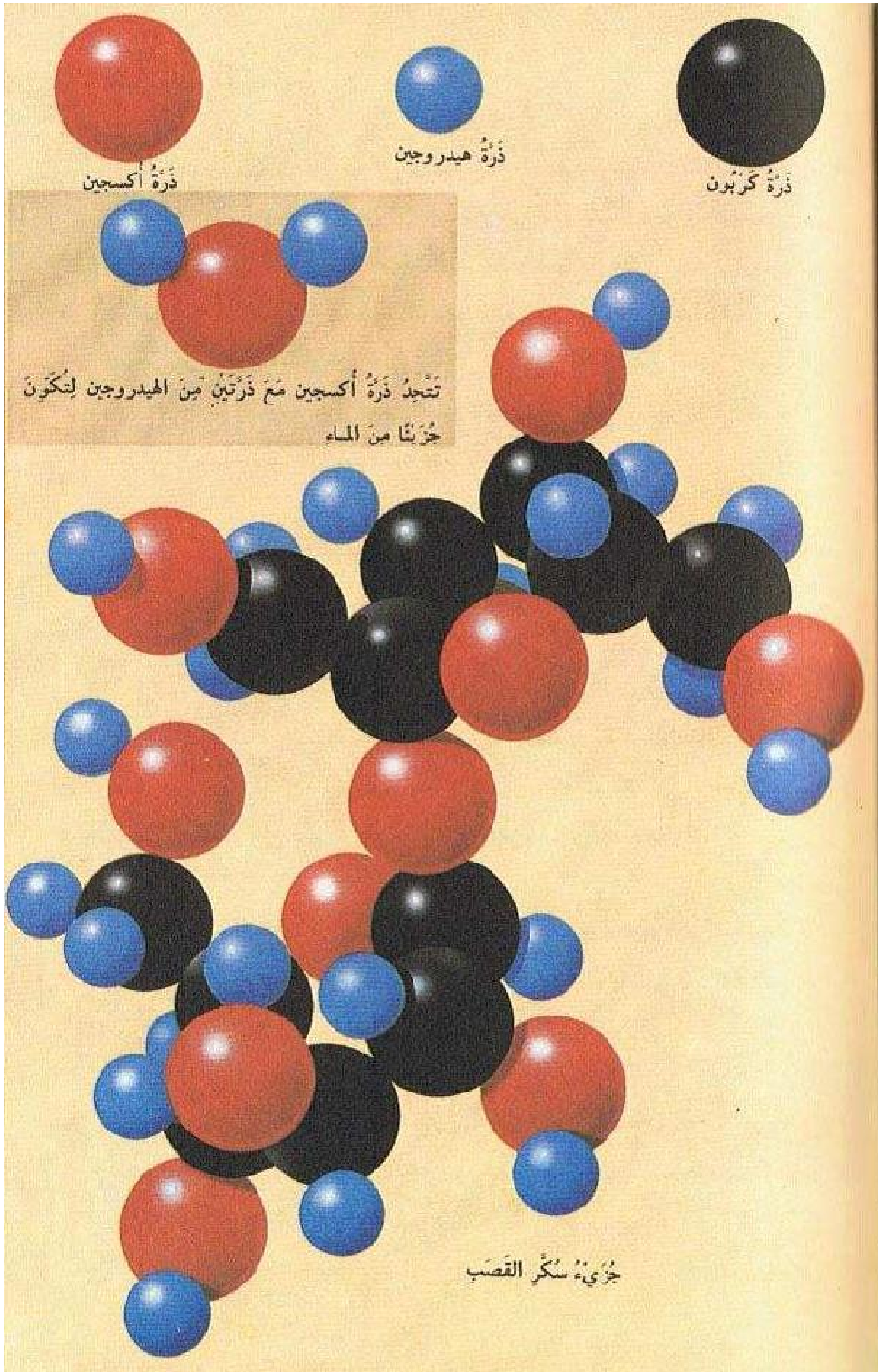
مِعْطَفٌ سَيِّئٌ صُنِعَ مِنْ فَضَلاتِ كلوريد البوليفينيل ، يَعُودُ إِلى أَمْثالِهِ بِشَكْلٍ رَئِيسِيٍّ تَدَنِّي مَكانَةِ اللَّدائِنِ بَيْنَ عامَيْ ١٩٤٥ ـ ١٩٤٧



أَوَّلُ أَوْعِيَةٍ مِنَ البوليثين ظَهَرَتْ عام ١٩٤٨ ، وتَبِعَتْها السُّطُولُ الَّتِي بَدَتْ تُلاقِي إِقْبالًا مِنَ الجُمْهُورِ وزادَتْ صِناعَةُ الأَدَواتِ المَنْزِلِيَّةِ الأُخْرَى مِنَ اللَّدائِنِ



شاعَتْ هٰذِهِ الأَدَواتُ عامَ ١٩٦٠ ، وتَمَيَّزَتْ بِخَصائِصَ جَعَلَتْها تَحُلُّ مَحَلَّ الأَدَواتِ المَعْدِنِيَّةِ المُغْلَفَنَةِ



ماهِيَّةُ اللَّدائِن

إنَّ العَدِيدَ مِنَ المَوادِّ الَّتِي نَسْتَعْمِلُها، في حَياتِنا اليَوْمِيَّةِ، هِيَ مُرَكَّباتٌ كِيميائِيَّةٌ. فَمِلْحُ الطَّعامِ مُرَكَّبٌ مِنْ مادَّتَيْنِ هُما الصُّودْيُوم والكلُور، والسُّكَّرُ مُرَكَّبٌ مِنَ الكربون والهيدروجين والأُكسجين. إنَّ الصُّودْيُوم والكلُور والكربون والهيدروجين والأُكسجين هِيَ أَمْثِلَةٌ عَنِ المَوادِّ الَّتِي نُطْلِقُ عَلَيْهَا اسْمَ العَناصِرِ. والعُنْصُرُ هُوَ مادَّةٌ أَوَّلِيَّةٌ لا يُمْكِنُ تَجْزِئَتُها إلى مَوادَّ كِيميائِيَّةٍ أَبْسَطَ مِنْها.

وأَصْغَرُ جُزْءٍ يُمْكِنُ أَنْ يُوجَدَ مِنْ عُنْصُرٍ ما يُسَمَّى الذَّرَّةَ. وحِينَ تَرْتَبِطُ مَعًا ذَرَّتانِ أَوْ أَكْثَرُ نَحْصُلُ عَلَى الجُزَيْءِ. فَجُزَيْءُ سُكَّرِ القَصَبِ مَثَلًا يَتَأَلَّفُ مِنْ ١٢ ذَرَّةَ كربُون و ١١ ذَرَّةَ أُكسجين و ٢٢ ذَرَّةَ هيدروجين. ويُعَدُّ جُزَيْءُ السُّكَّرِ هٰذا جُزَيْئًا كَبِيرًا بالمُقارَنَةِ مَعَ جُزَيْئاتِ المَوادِّ الشّائِعَةِ.

وتَتَّصِفُ ذَرّاتُ الكربُون بِخاصَّةٍ كِيميائِيَّةٍ هامَّةٍ هِيَ قُدْرَتُها عَلَى التَّرابُطِ مَعًا لِتُؤَلِّفَ سَلاسِلَ طَوِيلَةً. ويُمْكِنُ لِذَرّاتِ عَناصِرَ أُخْرَى كالهيدروجين والأُكسجين والآزُوت والكلُور أَوْ ذَرّاتٍ أُخْرَى مِنَ الكَرْبُون، أَنْ تَتَرابَطَ مَعَ ذَرّاتِ الكربون الَّتِي تُؤَلِّفُ السِّلْسِلَةَ لِتُعْطِيَ جُزَيْئاتٍ كَبِيرَةً جِدًّا. ويَعْتَقِدُ العُلَماءُ أَنَّهُ لَوْلا خاصَّةُ الكَرْبُونِ العَجِيبَةُ هٰذِهِ فِي تَكْوِينِ السَّلاسِلِ لَما كانَتِ الحَياةُ كَما نَعْرِفُها مُمْكِنَةً. لأَنَّ مُعْظَمَ المُرَكَّباتِ الَّتِي تَتَأَلَّفُ مِنْها النَّباتاتُ والحَيَواناتُ قَدْ تَكَوَّنَتْ بِهٰذِهِ الطَّرِيقَةِ.

ولٰكِنْ ما عَلاقَةُ هٰذا كُلِّهِ باللَّدائِنِ؟ والجَوابُ بإِيجازٍ هُوَ أَنَّ مُعْظَمَ اللَّدائِنِ الَّتِي نَعْرِفُها اليَوْمَ لَيْسَتْ إِلَّا مُرَكَّباتٍ مُؤَلَّفَةً مِنْ سَلاسِلِ ذَرّاتِ الكَرْبُونِ الطَّوِيلَةِ. وهٰذِهِ السَّلاسِلُ الطَّوِيلَةُ هِيَ الَّتِي تُكْسِبُ اللَّدائِنَ خَصائِصَ مُمَيَّزَةً تَجْعَلُها جَلِيلَةَ الفائِدَةِ.

الترابط الأساسي بين الجزيئات

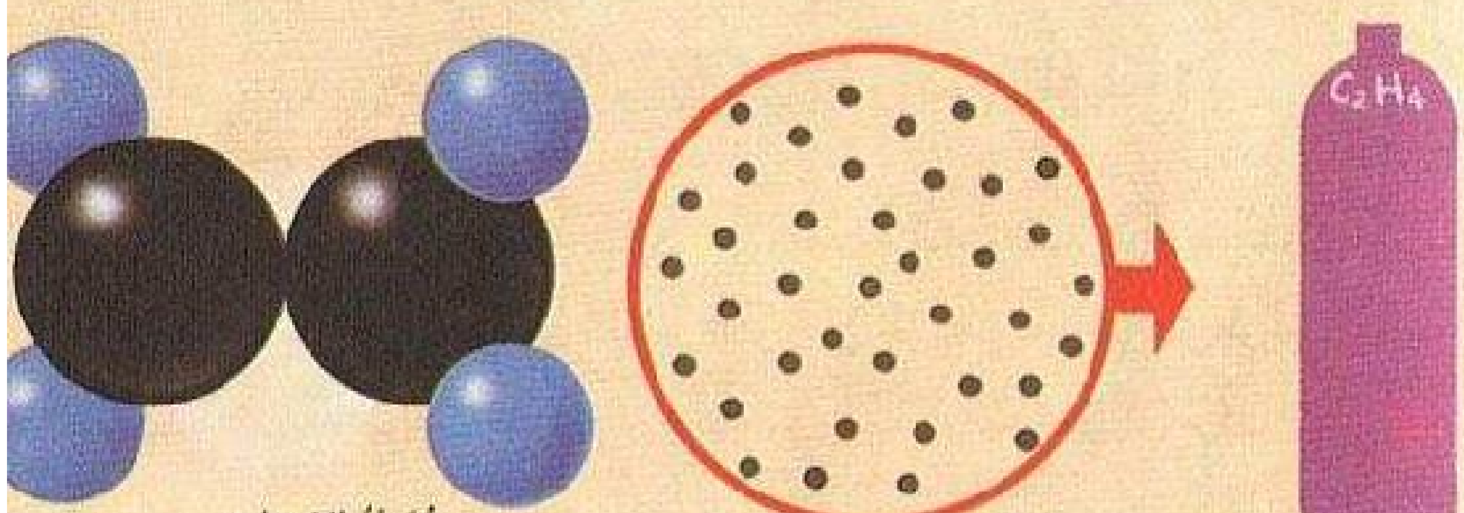
تعال ندرس تركيب مادة من اللدائن الشائعة ولنأخذ على سبيل المثال البوليثين. إن البوليثين مادة صلبة متينة تحضر من الإيثلين الذي هو جسم غازي. وجزيء البوليثين ليس إلا مجموعة جزيئات من الإيثلين عولجت لتترابط بعضها مع بعض. ولتكوين جزيء البوليثين يجب أن تترابط عدة مئات، بل آلاف من جزيئات الإيثيلين. والجزيئات الصغيرة مثل جزيئات الإيثيلين. التي يمكن أن ترتبط معًا. تسمى أحادية الأصل أو أحادية الوحدات البنائية كما تسمى عملية تماسكها معًا البلمرة. والجزيئات الكبيرة التي تحصل بترابطها تسمى المركبات المضاعفة الأصل أو البوليمرات.

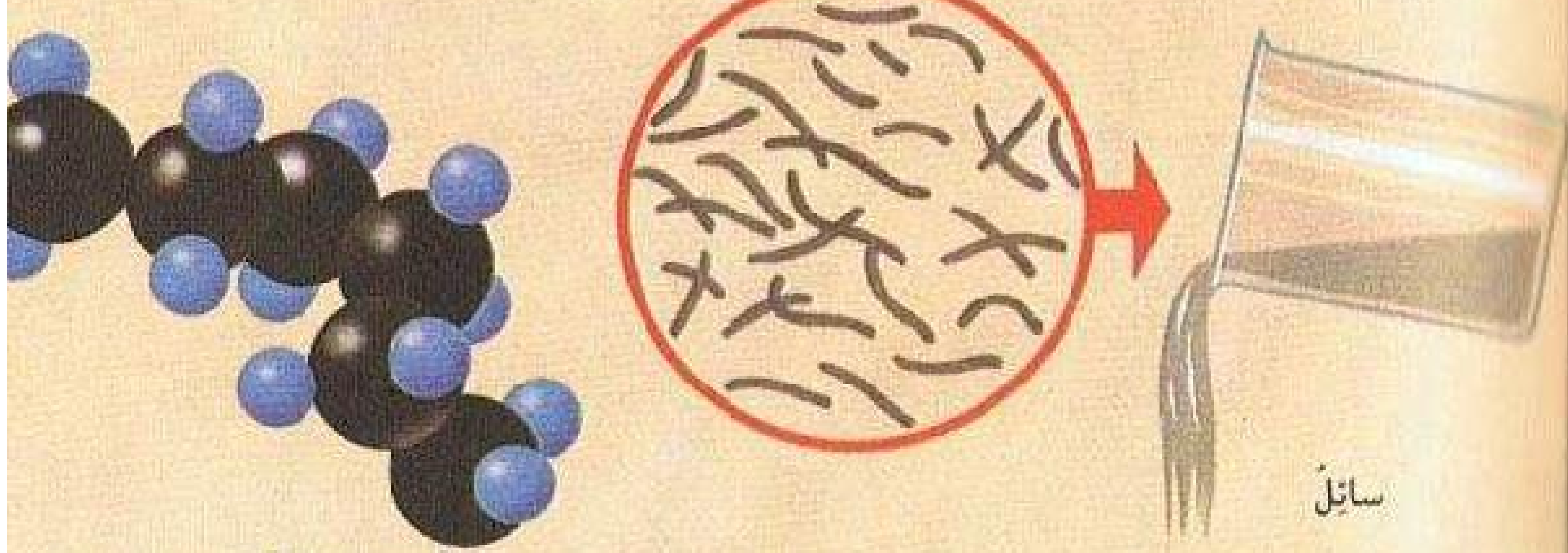
تصور كل الأطفال في مدرسة وهم يركضون في باحتها في كل الاتجاهات، منطلقين ومتدافعين من ناحية إلى أخرى. إن هذه الصورة تمثل سلوك جزيئات غاز كالإيثلين.

ثم تصور أن هؤلاء الأطفال أخذوا يتشابكون بالأيدي: اثنان منهم أمسك أحدهما بيد الآخر ثم انضم ثالث إليهما ورابع حتى تكونت سلسلة طويلة من الأطفال. إن سلسلة الأطفال هذه تشابه جزيء البوليثين. تصور الآن، مجموعات سلاسل الأطفال تتشابك صفوفها، فتحصل على صورة تقريبية لوضع الجزيئات في قطعة من البوليثين.

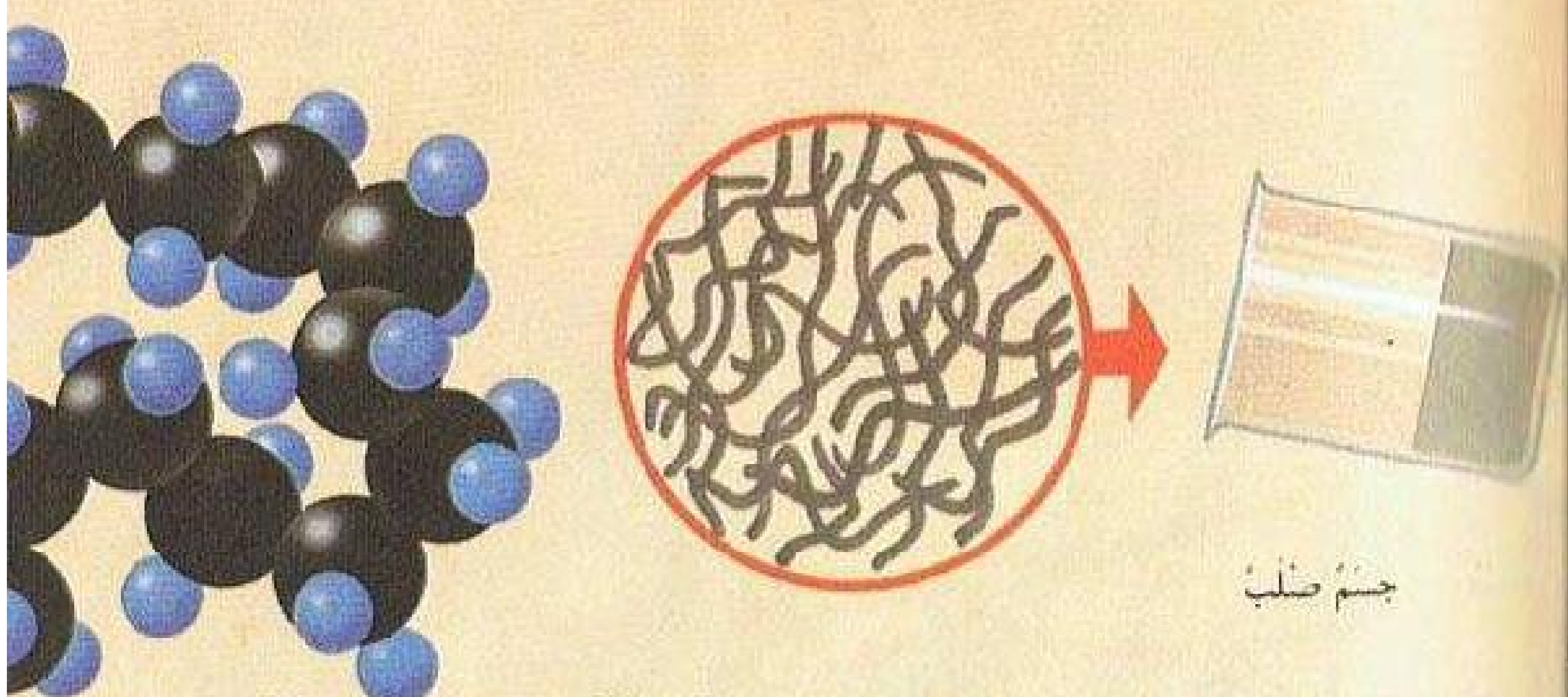
إن جزيئات الإيثيلين لا تتماسك دون معالجة، وهذه المعالجة تتم بمواد كيميائية تعرف بالمواد الوسيطة (أو الحفازة) تؤمن عملية الترابط، ومهمة الكيميائي هي إيجاد الشروط المثلى لحصول البلمرة (الترابط) بين الجزيئات الصغرى.

إن جميع اللدائن الاصطناعية تحضر بتبلمر الجزيئات الصغيرة بعضها مع بعض، لتكوين جزيئات كبيرة جدًا (وكلمة كبيرة هي نسبية في هذا المجال إذ إن صفًا من عدة مئات من جزيئات البولثين لا يتجاوز المليمتر طولاً).

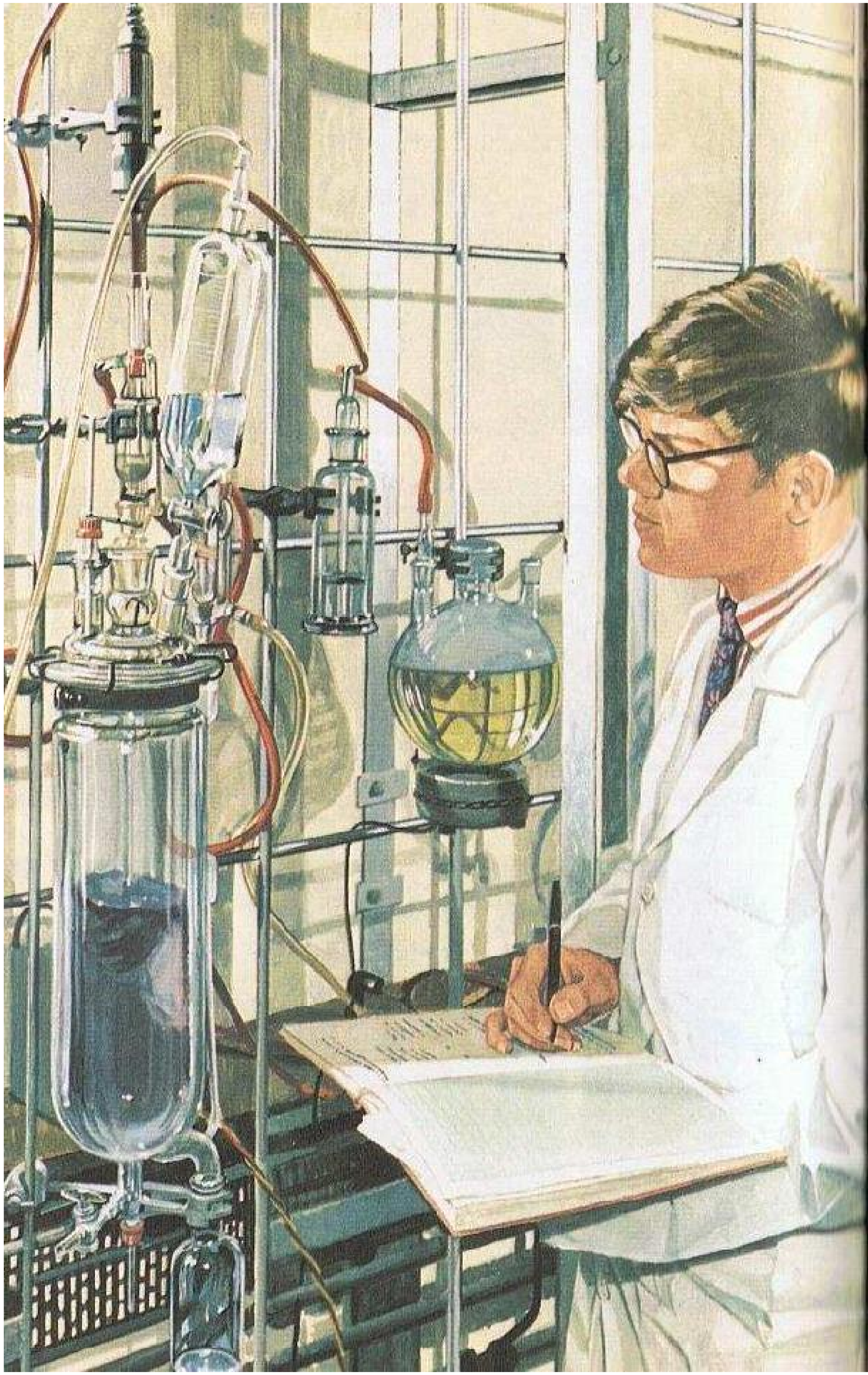




بإضافة المادة الحفازة تترابط الجزيئات وتبدأ عملية البلمرة



وحين تنتهي البلمرة تتشابك السلاسل معًا لتكوين البوليثين



ما الّذِي يَجْعَلُ لِلّدائِنِ هٰذِهِ الخَواصَّ المُفِيدَةَ ؟

تَعْتَمِدُ الخواصُّ المُفِيدَةُ لِلّدائِنِ عَلى وُجُودِ الجُزَيْئاتِ الكَبِيرَةِ وطَرِيقَةِ تشابُكِها مَعًا. وقَدْ رَأَيْنا في الصَّفْحَةِ (١٨) أَنَّ اللَّدائِنَ تَتَكَوَّنُ مِنْ جُزَيْئاتٍ ذاتِ سَلاسِلَ طَوِيلَةٍ. وَوُجُودُ هٰذِهِ السَّلاسِلِ الطَّوِيلَةِ يَجْعَلُ اللَّدائِنَ مُخْتَلِفَةً مِنْ حَيْثُ خَواصُّها عَنْ أيِّ مُرَكَّبٍ كِيميائيٍّ آخَرَ.

وقَدْ أَظْهَرَتْ أَبْحاثُ الكِيميائِيِّينَ والفِيزيائِيِّينَ أَنَّ خَواصَّ اللَّدائِنِ لا تَتَوَقَّفُ عَلى الطَّرِيقَةِ الَّتِي بُنِيَتْ فِيها الجُزَيْئاتُ المُضاعَفَةُ الأَصْلُ فَحَسْبُ بَلْ تَعْتَمِدُ أَيْضًا عَلى نَمَطِ تَشابُكِ هٰذِهِ السَّلاسِلِ في المادَّةِ الصُّلْبَةِ. ويَتَفَهَّمُ العُلَماءُ اليَوْمَ، اللَّدائِنَ بِشَكْلٍ كافٍ يَجْعَلُهُمْ قادِرِينَ غالِبًا، عَلى تَحْسِينِ خَواصِّ بَعْضِ المَوادِّ المُعَيَّنَةِ أَوْ تَغْيِيرِها. مُنْذُ خَمْسٍ وعِشْرِينَ سَنَةً كانَتْ عَمَلِيَّةُ البَحْثِ عَنْ لَدائِنَ جَدِيدَةٍ تَعْتَمِدُ عَلى الصُّدْفَةِ والحَظِّ. أَمّا اليَوْمَ فَلَدَى الباحِثِينَ الخِبْرَةُ الَّتِي تُمَكِّنُهُمْ مِنْ صُنْعِ لَدائِنَ ذاتِ خَواصَّ مُعَيَّنَةٍ مُحَدَّدَةٍ مُسْبَقًا.

ولا يَعْنِي هٰذا أَنَّ العُلَماءَ أَصْبَحُوا يَعْرِفُونَ كُلَّ شَيْءٍ عَنِ العَلاقَةِ بَيْنَ نَمَطِ البِناءِ الجُزَيْئِيِّ لِلْمادَّةِ وخَواصِّها. فلا يَزالُ هُناكَ الكَثِيرُ مِمّا يَجِبُ عَمَلُهُ وتَعَلُّمُهُ.

ويَتَطَلَّبُ المُضِيُّ في هٰذِهِ الأَبْحاثِ تَجْهِيزاتٍ شَدِيدَةَ التَّعْقِيدِ وباهِظَةَ التَّكالِيفِ إلى جانِبِ عَدَدٍ مِنَ العُلَماءِ ذَوِي المَواهِبِ وفِرَقٍ مِنَ المُساعِدِينَ.

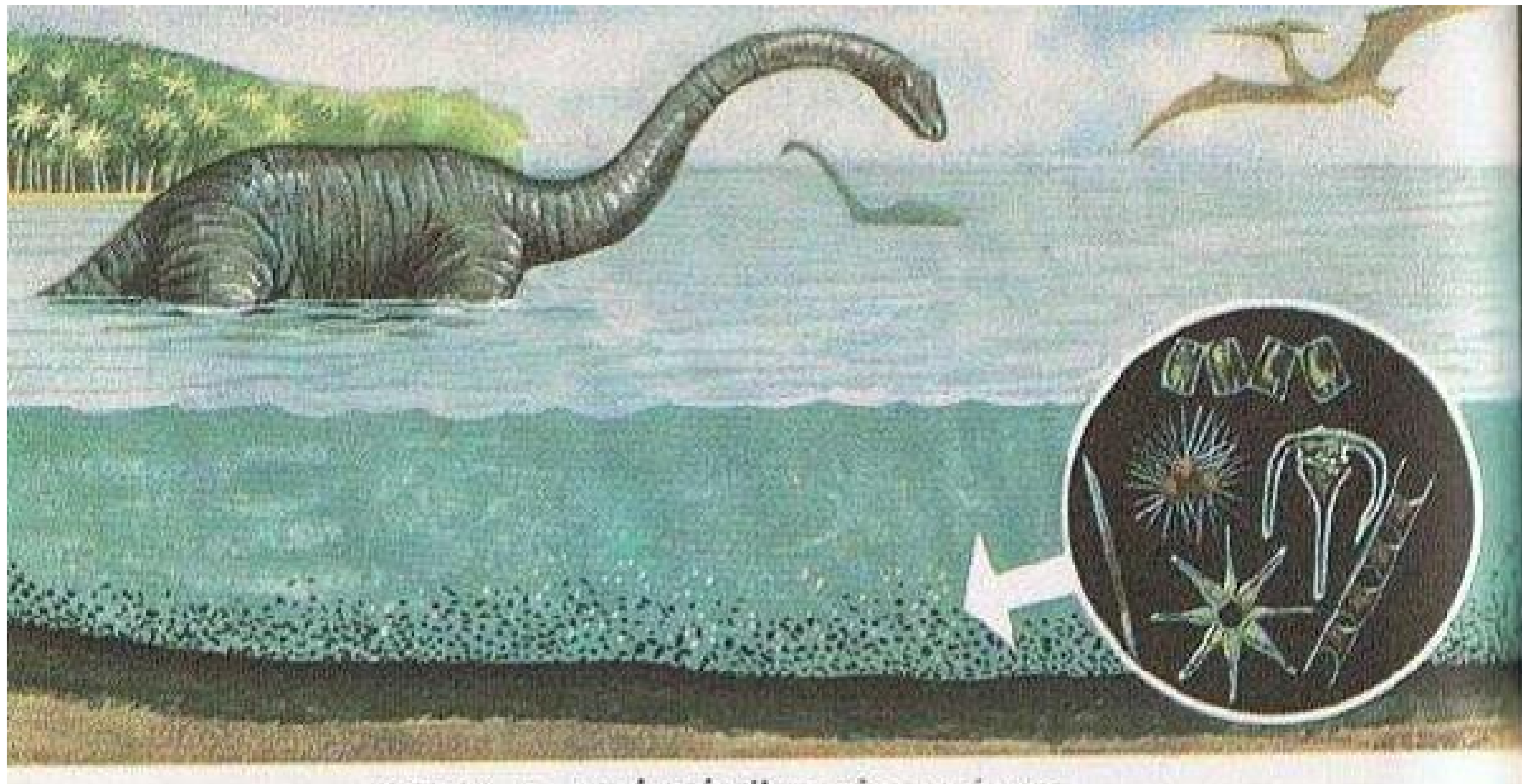
مَوادُّ اللّدائِنِ الأَوَّلِيَّةُ

إذا طُلِبَ مِنْكَ أَنْ تُعَدِّدَ أَهَمَّ المَوادِّ الأَوَّلِيَّةِ الأساسيَّةِ الَّتي نَستَخدِمُها اليَوْمَ، فلا بُدَّ أَنْ تَتَضَمَّنَ لائِحَتُكَ البترول (أو النِّفْط). فالبترولُ يُؤَمِّنُ مُعْظَمَ حاجاتِنا مِنَ الحَرارَةِ والطّاقَةِ، وهُوَ أَيْضًا المادَّةُ الأَوَّلِيَّةُ الَّتي يُصْنَعُ مِنْها العَديدُ مِنَ المُنتَجاتِ الكيميائيَّةِ ومِنْ بَيْنِها تِلْكَ الَّتي نَستَعمِلُها في صُنْعِ اللّدائِنِ.

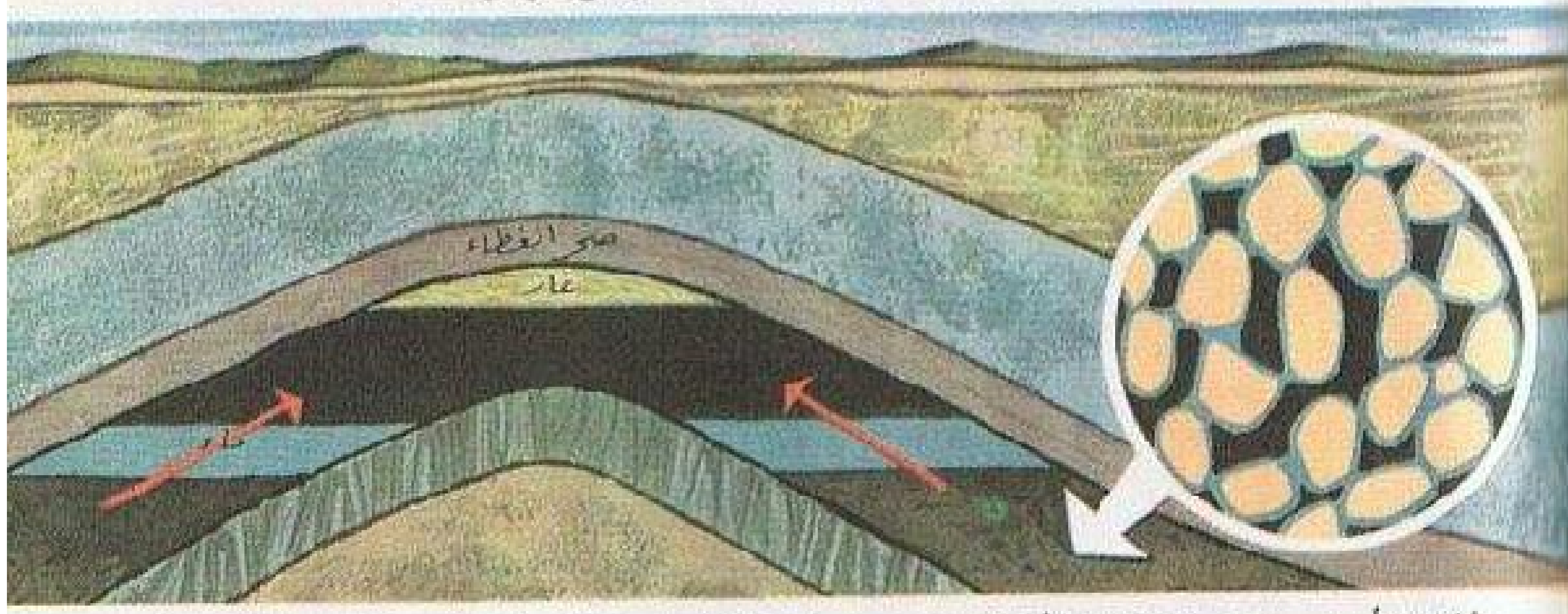
لَقَدْ تَطَلَّبَ تَكَوُّنُ تَجَمُّعاتِ النِّفْطِ الَّتي نَستَخدِمُها اليَوْمَ مَلايينَ السِّنينَ. فَقَبْلَ ظُهورِ الإِنْسانِ الأَوَّلِ بِزَمَنٍ طَويلٍ كانَتْ تُغَطّي سَطْحَ الأَرْضِ بِحارٌ دافِئَةٌ ضَحْلَةٌ. وتَوافَرَتْ في هٰذِهِ البِحارِ ظُروفٌ مِثالِيَّةٌ لِنُمُوِّ المَلايينِ مِنَ الحَيَواناتِ البَحْرِيَّةِ الدُّنْيا الَّتي كانَتْ بَقاياها تَتَرَسَّبُ إلى قاعِ البِحارِ مُكَوِّنَةً طَبَقَةً مِنَ الوَحْلِ العُضْوِيِّ.

وبِمُرورِ الزَّمَنِ وتَحْتَ قِوَى الضَّغْطِ النّاتِجَةِ عَنْ ثِقَلِ الطِّينِ وغَيْرِهِ مِنَ الرَّواسِبِ تَحَوَّلَتْ بَقايا هٰذِهِ المَخْلوقاتِ الدُّنْيا بِبُطْءٍ إلى نِفْط. ثُمَّ تَصَلَّبَتِ الرَّواسِبُ الطِّينِيَّةُ فَوْقَها بِشَكْلِ صُخورٍ إِسْفِنْجِيَّةٍ تَشَرَّبَتْ قَطَراتِ النِّفْطِ. ويُعْتَقَدُ بِأَنَّ حُقولَ النِّفْطِ الَّتي نَأْخُذُ مِنْها بِترولَنا اليَوْمَ قَدْ تَكَوَّنَتْ بِهٰذِهِ الطَّريقَةِ. وما زالَ بَعْضُ هٰذِهِ الحُقولِ مَغْمورًا تَحْتَ البَحْرِ في حِينِ أَنَّهُ في أَماكِنَ أُخْرَى حَيْثُ جَفَّتِ البِحارُ بَقِيَتْ حُقولُ البترول مَدْفونَةً تَحْتَ اليابِسَةِ.

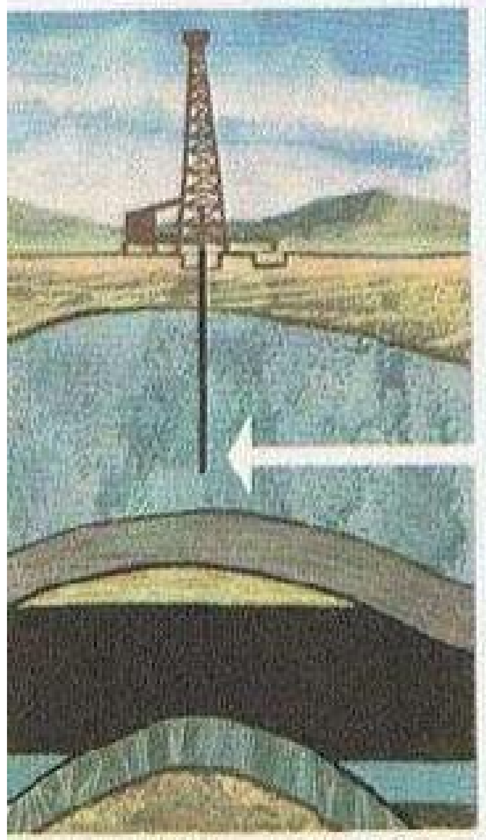
والبترول المُسْتَخْرَجُ مِنْ آبارِهِ لا نَستَعمِلُهُ مُباشَرَةً وإِنَّما نَفْصِلُهُ إلى أَجْزاءٍ مُتَبايِنَةٍ ويَتِمُّ ذٰلِكَ بِعَمَلِيَّةٍ تُسَمَّى عَمَلِيَّةَ التَّقْطيرِ. وفي هٰذِهِ العَمَلِيَّةِ يُسَخَّنُ البترول بِشَكْلٍ يَجْعَلُ أَجْزاءَهُ ذاتَ دَرَجاتِ الغَلَيانِ المُخْتَلِفَةِ، تَغْلي الواحِدَ تِلْوَ الآخَرِ، حَيْثُ تُكَثَّفُ الأَبْخِرَةُ بِدَوْرِها إلى سَوائِلَ وتُجْمَعُ مُنْفَصِلَةً مِنْ بُرْجِ التَّقْطيرِ.



بَقايا الحَيَواناتِ والنَّباتاتِ الدُّنْيا المُتَراكِمَةُ في قاعِ البِحارِ الضَّحْلَةِ

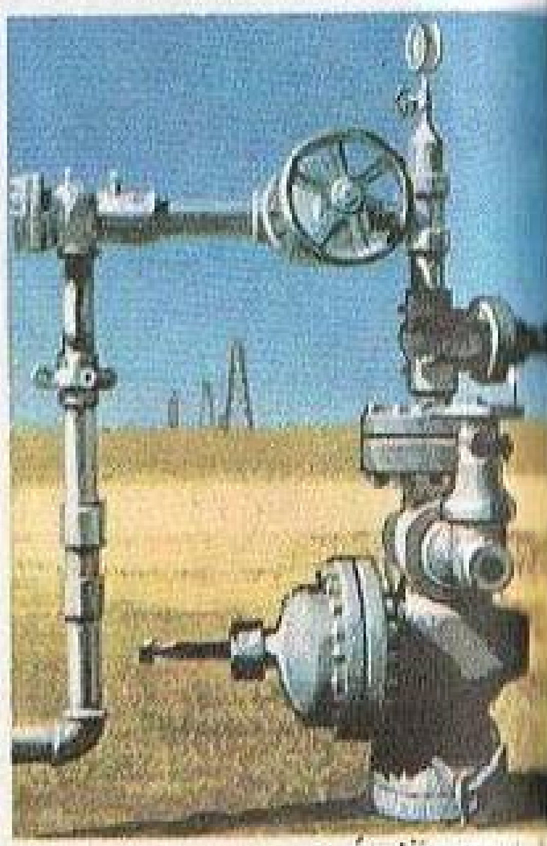


مَقْطَعٌ طوليٌّ لحقلٍ نفطيٍّ. يُسَبِّبُ الضَّغْطُ تَسَرُّبَ البترول إلى أَعْلى بَيْنَ حُبَيْباتِ الصُّخورِ مُتَجَمِّعًا تَحْتَ غِطاءٍ مِنَ الصَّخْرِ الكَتيمِ





في حَفْرِ آبارِ البترول يُضَخُّ طينُ الحَفْرِ مِنْ خِلالِ أُنْبوبِ الحَفّارَةِ (الثّاقِب)، ثُمَّ يَعودُ إلى السَّطْحِ حامِلًا مَعَهُ قِطَعَ الصَّخْرِ المُفَتَّتَةَ



رأسُ البئرِ، مَجْموعَةٌ مِنَ الصِّماماتِ تَتَحَكَّمُ في جَرَيانِ البترول

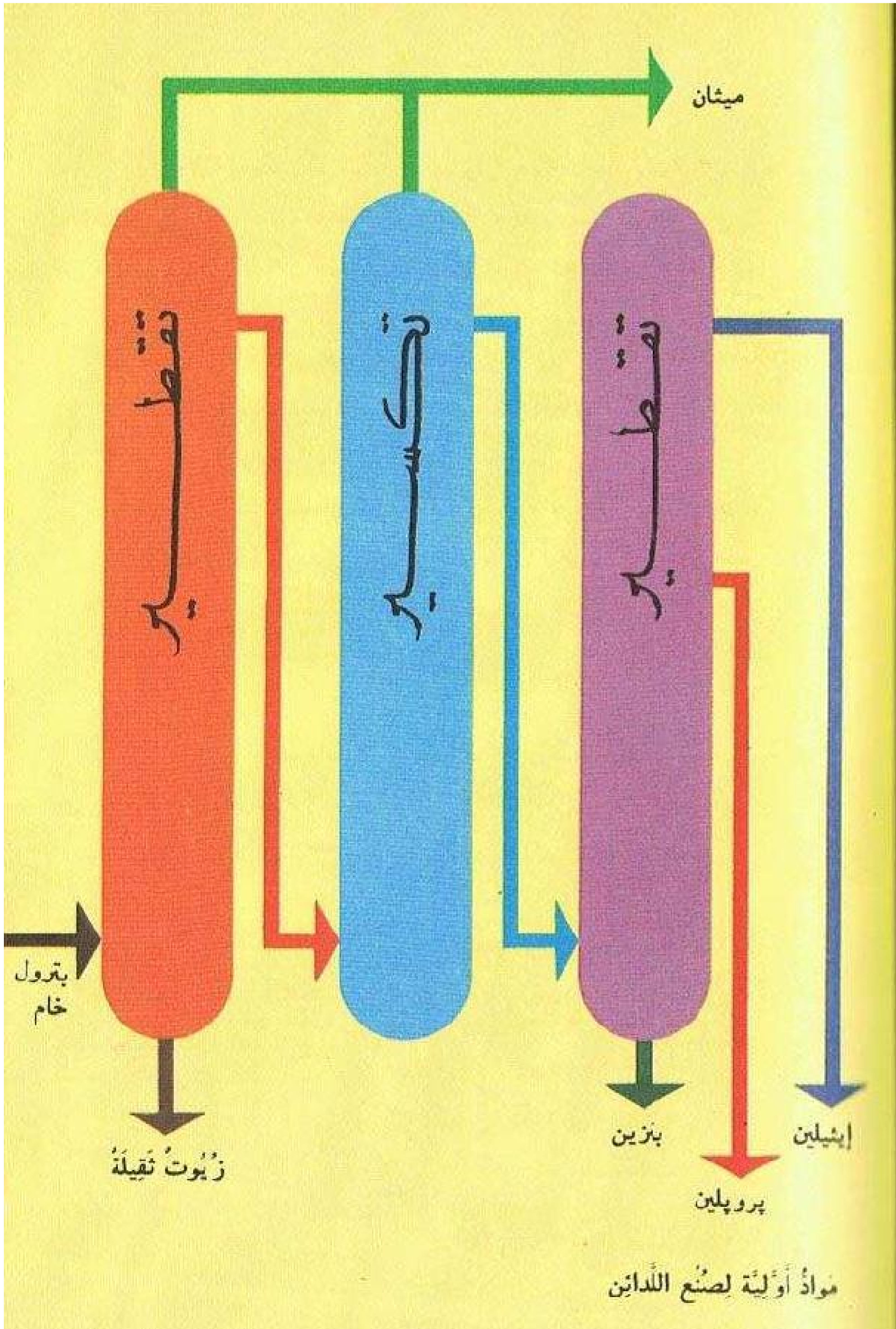
تَقْطِيرُ البترول يُزَوِّدُنا بالمَوادِّ الأَوَّلِيَّةِ لِصُنْعِ اللَّدائِنِ

إنَّ تَقْطِيرَ البترول الَّذِي يَتِمُّ في مَصافي البترول هُوَ بالطَّبْعِ أَكْثَرُ تَعْقِيدًا بِمَا وَصَفْناهُ في الصَّفْحَةِ السَّابِقَةِ. فالأَجْزاءُ الخَفِيضَةُ دَرَجَةِ الغَلَيانِ، والمَعْرُوفَةُ باسْمِ الأَجْزاءِ الخَفِيفَةِ تُسْتَخْدَمُ لإنْتاجِ الغازُولين (البنزين) والمَوادِّ المُشابِهَةِ لَهُ. أَمَّا المَوادُّ العالِيَةُ دَرَجَةِ الغليانِ والَّتي تُشَكِّلُ الأَجْزاءَ الثَّقِيلَةَ مِنَ النِّفْطِ فَيَجْري تَكْسِيرُها إلى مَوادَّ كيميائِيَّةٍ أَبْسَطَ. ويُمْكِنُ التَّحَكُّمُ بِعَمَلِيَّةِ التَّكْسِيرِ هٰذِهِ إلى حَدٍّ بَعِيدٍ فنحْصُلُ على كَمِّيَّاتٍ كَبِيرَةٍ مِنْ بَعْضِ المَوادِّ دُونَ مَوادَّ أُخْرَى. وبِهٰذِهِ الطَّرِيقَةِ نَحْصُلُ عَلى المَوادِّ الأَوَّلِيَّةِ اللازِمَةِ لِصِناعَةِ اللَّدائِنِ.

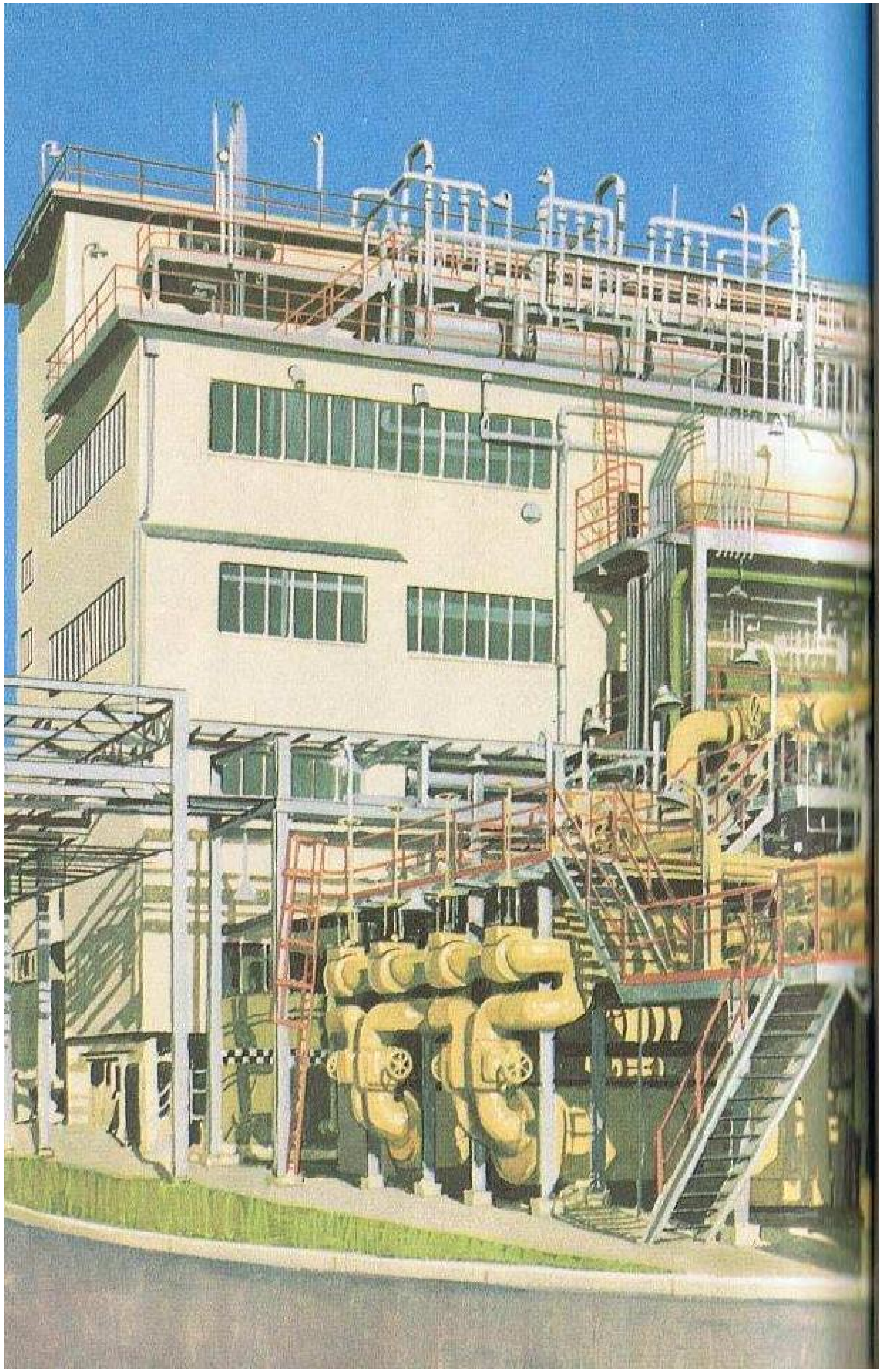
والإيثيلين هُوَ أَحَدُ هٰذِهِ المَوادِّ الكِيمْيائِيَّةِ، وهُوَ قَدْ يُحَوَّلُ مُباشَرَةً إلى البوليثين، أَوْ قَدْ يُحَوَّلُ إلى مَوادَّ كِيميائِيَّةٍ أُخْرَى تُسْتَعْمَلُ هِيَ أَيْضًا في صِناعَةِ اللَّدائِنِ. ومِنَ المَوادِّ الكِيميائِيَّةِ الأُخْرَى الَّتي نَحْصُلُ عَلَيْها البروبلين والبيوتادايين الَّذي يُسْتَعْمَلُ في صُنْعِ أَنْواعٍ مِنَ المَطّاطِ الاصْطِناعِيِّ. وتُسْتَعْمَلُ في صُنْعِ اللَّدائِنِ أَحْيانًا مَوادُّ كِيميائِيَّةٌ مِنْ مَصادِرَ أُخْرَى، فَنَحْتاجُ مَثَلاً في صِناعَةِ كلُوريد الفينيل إلى الكلُور الَّذي نَحْصُلُ عَلَيْهِ مِنْ مِلْحِ الطَّعامِ (كلوريد الصُّودْيُوم).

فالمَوادُّ الأَوَّلِيَّةُ الرَّئِيسِيَّةُ في صِناعَةِ اللَّدائِنِ هِيَ البترول والهَواءُ والمِلْحُ والماءُ، لكِنَّ عَمَلِيّاتِ التَّصْنِيعِ تَنْطَوِي عَلى طُرُقٍ كِيمْيائِيَّةٍ مُخْتَلِفَةٍ لِتَحْوِيلِ هٰذِهِ المَوادِّ إلى لَدائِنَ.

وفي صِناعَةِ بَعْضِ أَنْواعِ اللَّدائِنِ كالنّايلُون، نَحْتاجُ إلى غازِ النُّشادِرِ (الأمونيا) ونَحْصُلُ عَلى الآزُوتِ اللازِمِ لِصِناعَةِ الأمونيا مِنَ الهَواءِ.



موادُ أوّليّة لِصُنعِ اللّدائنِ منَ البترولِ الخام



المَوادُ البتروكيميائِيَّةُ (البتروكياويّات)

إنَّ إمْكانِيَّةَ الحُصُولِ عَلى الوَحداتِ البِنائِيَّةِ الأُحادِيَّةِ الأَصْلِ والمَوادِّ الكيميائِيَّةِ المُشابِهَةِ الّتي هِيَ المَوادُّ الأَوَّلِيَّةُ في صِناعَةِ اللَّدائِنِ ، بِكَمِّيّاتٍ وافِرَةٍ وبِسِعْرٍ رَخيصٍ ، هِيَ نَتيجَةُ جَميعِ الأَبْحاثِ والتَّطَوُّراتِ الّتي تَمَّتْ في السَّنَواتِ القَليلَةِ الماضِيَةِ .

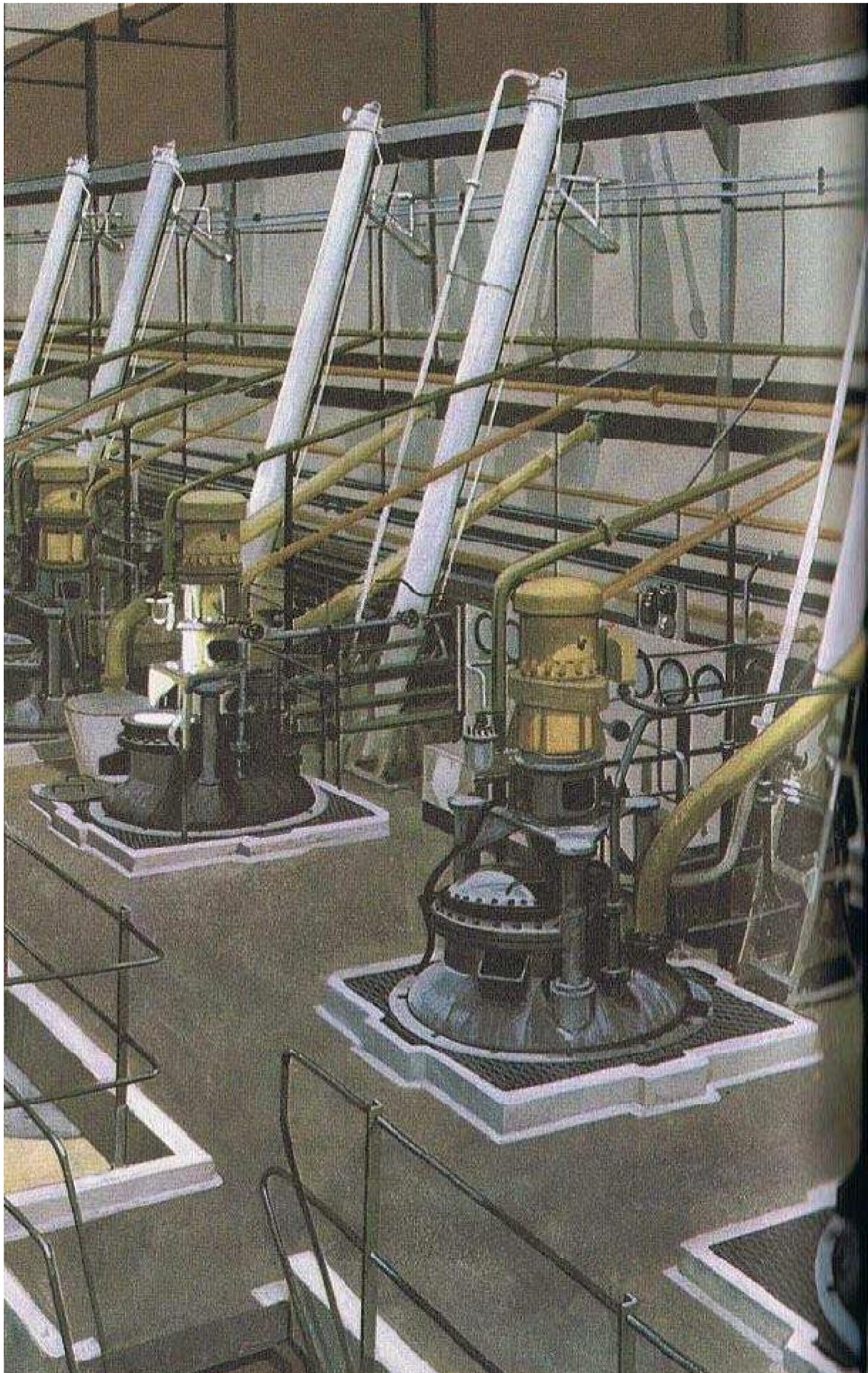
فَتَحْويلُ المَوادِّ الّتي نَحْصُلُ عَلَيْها مِنْ عَمَلِيّاتِ التَّكْسيرِ في مَصافي البترول ، إلى الخاماتِ الأَساسِيَّةِ لِصِناعَةِ اللَّدائِنِ ، تَحْتَلُّ مَجالاً واسِعًا في الصِّناعَةِ الكيميائِيَّةِ العالَمِيَّةِ .

إنَّ بَعْضَ نَواتِجِ المَصافي البترولِيَّةِ (كالإيثيلين والپروپيلين ، والبوتادايين - وكُلُّها مِنَ المَوادِّ البتروكيميائِيَّةِ) يُمكِنُ بَلْمَرَتُها مُباشَرَةً إلى لَدائِنَ ، لكِنَّ بَعْضَ البتروكياويّاتِ الأُخْرى تَحْتاجُ إلى خُطُواتٍ عِدَّةٍ لِتَحْويلِها إلى المَوادِّ الكيمياوِيَّةِ اللازِمَةِ لِصِناعَةِ اللَّدائِنِ .

ولَمّا كانَتِ الحاجَةُ ماسَّةً إلى كَمِّيّاتٍ هائِلَةٍ مِنْ هٰذِهِ المَوادِّ الكيميائِيَّةِ ، فإنَّ مَصانِعَها غالِبًا ما تَكُونُ قَريبَةً مِنْ مَصافي البترولِ أَوْ أَنَّها تَكُونُ جُزْءًا مِنْها . كَما أَنَّ مَصانِعَ تَحْويلِ هٰذِهِ المَوادِّ إلى لَدائِنَ غالِبًا ما تَكُونُ في المَكانِ نَفْسِهِ .

وتَشْغَلُ الوَحْدَةُ البتروكيميائِيَّةُ بِتَجْهيزاتِها ومَبانيها الواسِعَةِ رُقْعَةً مِنَ الأَرْضِ تُقارِبُ مَدينَةً صَغيرَةً . وتَسْتَهْلِكُ كَمِّيّاتٍ هائِلَةً مِنَ البترولِ وغَيْرِهِ مِنَ المَوادِّ الأَوَّلِيَّةِ وتُنْتِجُ بِدَوْرِها مُنْتَجاتٍ كَثيرَةَ التَّنَوُّعِ .

قِسْمٌ مِنْ مَعْمَلِ البَلْمَرَةِ في مَصْنَعٍ كَبيرٍ لِلْمَوادِّ الكيميائِيَّةِ



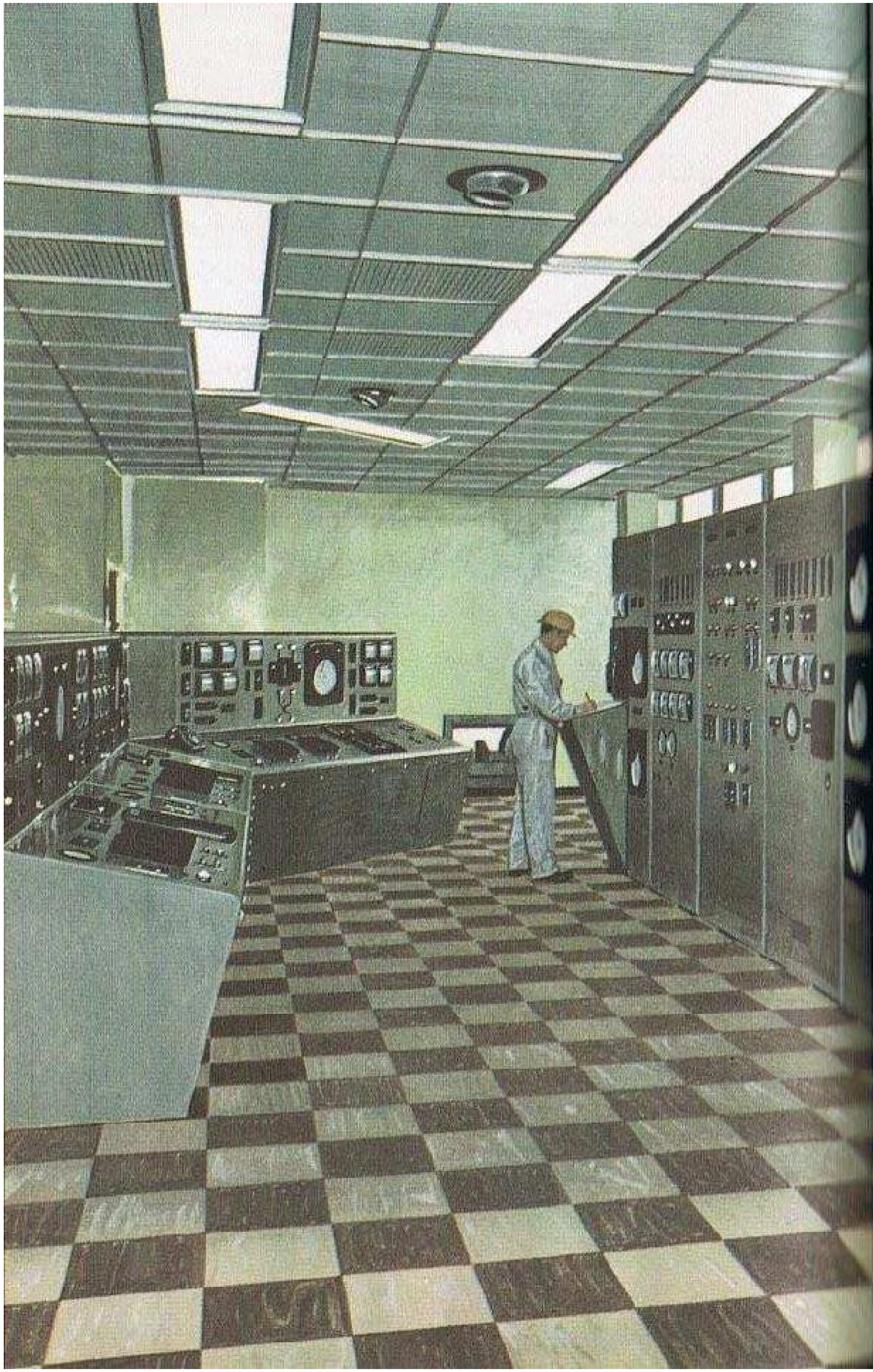
صِناعَةُ كلُوريد البوليڤينيل

طَوَّرَ العُلَماءُ عِدَّةَ أساليبَ مُختَلِفَةٍ لِلْبَلْمَرَةِ (تَرابُطِ الجُزَيْئاتِ معًا)، بَعْضُها يُناسِبُ لَدائِنَ شَتّى، وبَعْضُها يُلائِمُ مُنْتَجاتٍ مُعَيَّنَةً.

وأَحَدُ أساليبِ البَلْمَرَةِ وأَكْثَرُها شُيُوعًا هُوَ ذٰلِكَ الَّذي تُستَخْدَمُ فيهِ الوَحَداتُ البِنائِيَّةُ الأُحادِيَّةُ الأَصْلِ بِشَكْلِ فُقاعاتٍ أَوْ قُطَيْراتٍ تَبْقَى مُعَلَّقَةً في الماءِ بِواسِطَةِ التَّحْريكِ المُسْتَمِرِّ أَثْناءَ عَمَلِيَّةِ البَلْمَرَةِ. وتُضافُ كَمِّيّاتٌ قَليلَةٌ مِنْ مَوادَّ كيمْيائِيَّةٍ تُشْبِهُ الصّابونَ لِتُساعِدَ في فَصْلِ قُطَيْراتِ المادَّةِ الأُحادِيَّةِ الأَصْلِ وانْتِشارِها في الماءِ، وتُدْعَى هٰذِهِ عَوامِلَ الاسْتِحْلابِ.

وتُصْنَعُ بِهٰذِهِ الطَّريقَةِ في كُلِّ عامٍ مِئاتُ آلافِ الأَطْنانِ مِنْ كلُوريد البوليڤينيل. ويُسْتَعْمَلُ لِذٰلِكَ وِعاءٌ كَبيرٌ مُقْفَلٌ يُدْعَى المِجَمَّ المُوصَدَ (أوتوكلاف) يَتَحَمَّلُ ضَغْطًا يَصِلُ إلى ١٤ كغ / سم٢ فَيُمْلأُ قِسْمٌ مِنْهُ بالماءِ الّذي يَحْوي كَمِّيَّةً صَغيرَةً مِنْ عامِلَي الحَفْزِ والاسْتِحْلابِ. ثُمَّ يُضافُ مِنْ كلُوريد الڤينيل إلى الوِعاءِ حَجْمٌ يُقارِبُ حَجْمَ الماءِ فيهِ، ويُحَرَّكُ حَتَّى يَتَحَوَّلَ إلى قُطَيْراتٍ مُعَلَّقَةٍ في الماءِ. ويُسَخَّنُ المِجَمُّ المُوصَدُ (الأوتوكلاف) ومُحْتَوياتُهُ إلى دَرَجَةِ ٥٠ مِئَوِيَّةٍ تَقْريبًا، فَتَتَبَلْمَرُ قُطَيْراتُ كلُوريد الڤينيل مُكَوِّنَةً جُسَيْماتٍ صُلْبَةً مِنْ كلُوريد البوليڤينيل تَبْقَى مُعَلَّقَةً في الماءِ بِشَكْلِ مُسْتَحْلَبٍ لَبَنِيِّ القَوامِ يُعْرَفُ باللَّثَى. ثُمَّ يُبَرَّدُ المُسْتَحْلَبُ ويُفَرَّغُ مِنَ المِجَمِّ المُوصَدِ لِيُسْتَعْمَلَ إمّا كَمُسْتَحْلَبٍ أوْ يُجَفَّفَ، كَما هِيَ الحالُ في الأَغْلَبِ، لِيَتَحَوَّلَ إلى مَسْحوقِ كلُوريد البوليڤينيل.

جانِبُ المِجَمِّ المُوصَدِ (الأوتوكلاف) في مَصْنَعِ كلُوريد البوليڤينيل



غُرْفَةُ المُراقَبَةِ في مَصْنَعٍ لإنتاجِ اللَّدائِنِ

صِناعَةُ البِرْسْپِكْس والپوليثين

إنَّ صِناعَةَ الصَّفائِحِ الأكريلية المُسَمَّاة (پِرسْپِكْس*) تُعْطِينا مِثالاً عَنْ أُسْلُوبٍ مُخْتَلِفٍ مُصَمَّمٍ لِلحُصُولِ عَلى مُنْتَجاتٍ خاصَّةٍ مُعَيَّنَةٍ .

يُصْنَعُ البِرْسْپِكْس مِنْ بَلْمَرَةِ الميثيل ميثاكريلات في حُجَيْرَةٍ مُؤَلَّفَةٍ مِنْ صَفِيحَتَيْنِ مِنَ الزُّجاجِ يَفْصِلُ بَيْنَهُما طَوْقٌ مَطَّاطِيٌّ . وقَدْ جَرَتِ العادَةُ أنْ يُبَلْمَرَ المِيثيل ميثاكريلات جُزْئِيًّا لِيُصْبِحَ ذا قَوامٍ كَثِيفٍ لَزِجٍ قَبْلَ وَضْعِهِ في الحُجَيْرَةِ . ثُمَّ تُكْمَلُ عَمَلِيَّةُ البَلْمَرَةِ بِتَسْخِينِ الحُجَيْرَةِ المَلأى في فُرْنٍ . وعِنْدَ تَمامِ البَلْمَرَةِ تُبَرَّدُ الحُجَيْرَةُ وتُرْفَعُ صَفيحتا الزُّجاجِ تارِكَتَيْنِ صَفِيحَةً صُلْبَةً صافِيَةً مِنَ البوليمثيل ميثاكريلات - البِرْسْپِكْس .

وهُناكَ طَرِيقَةٌ أُخْرَى مُخْتَلِفَةٌ تَمامًا لِلْحُصُولِ عَلى مُبَلْمَرٍ آخَرَ هُوَ البوليثين طَوَّرَتْها شَرِكَةُ الصِّناعاتِ الكِيمِيائِيَّةِ البريطانِيَّةِ ، وتَتَطَلَّبُ هٰذِهِ الطَّرِيقَةُ ضَغْطًا مُرْتَفِعًا جِدًّا بالإضافَةِ إلى التَّسْخِينِ إلى دَرَجَةِ حَرارَةٍ مُرْتَفِعَةٍ . وفي هٰذِهِ الطَّرِيقَةِ تُضْغَطُ المادَّةُ الأُحادِيَّةُ الأَصْلُ وهِيَ هُنا الإيثلين ضَغْطًا يَصِلُ إلى ١٠٠٠كغ/سم٢ ويُضافُ الوَسِيطُ الكِيماوِيّ ثُمَّ يُساقُ الكُلُّ إلى مُفاعِلٍ خاصٍّ صُمِّمَ لِيَتَحَمَّلَ هٰذا الضَّغْطَ . وفي المُفاعِلِ وفي دَرَجَةٍ تَراوِحُ بَيْنَ ١٥٠° - ٢٥٠° مِئَوِيَّة يَتَبَلْمَرُ الإيثيلين المَضْغُوطُ مُكَوِّنًا البوليثين ، الَّذي يُطْرَدُ مِنْ صِمامٍ خاصٍّ في قَعْرِ المُفاعِلِ ثُمَّ يُبَرَّدُ ويُقَطَّعُ إلى حُبَيْباتٍ صَغِيرَةٍ .

وهُناكَ طُرُقٌ أُخْرَى عَدِيدَةٌ لِصُنْعِ المُبَلْمَراتِ . فَمُبَلْمَراتُ النّايْلُون مَثَلاً تُحَضَّرُ بِتَسْخِينِ مادَّتَيْنِ كِيمْيائِيَّتَيْنِ مَعًا ، فَتَتَكَوَّنُ الجُزَيْئاتُ الطَّوِيلَةُ السِّلْسِلَةِ مِنْ أَجْزاءٍ مُتَناوِبَةٍ مِنْ هاتَيْنِ المادَّتَيْنِ .

* بِرْسْپِكْس : ماركَةٌ مُسَجَّلَةٌ لِشَرِكَةِ الصِّناعاتِ الكِيمِيائِيَّةِ الإمْبَراطُورِيَّةِ المَحْدُودة

اللَّدائِنُ الحَرارِيَّةُ واللَّدائِنُ المُتَصَلِّدَةُ بالحَرارَةِ

يُمْكِنُ تَصْنِيفُ المَوادِّ اللَّدْنَةِ في صِنْفَيْنِ: اللَّدائِنُ الحَرارِيَّةُ، والمُتَصَلِّدَةُ بالحَرارَةِ. ويَتَضَمَّنُ الصِّنْفُ الأَوَّلُ اللَّدائِنَ الشَّائِعَةَ مِثْلَ البولِيثِين وكلُوريد البوليڤينيل والبوليستيرين، وهِيَ مَوادُّ يُمْكِنُ تَلْيِينُها بالتَّسْخِينِ وتَعُودُ إلى صَلابَتِها حِينَما تَبْرُدُ. ويُمْكِنُ تَكْرارُ عَمَلِيَّةِ التَّلْيِينِ (بالتَّسْخِينِ) والتَّصَلُّبِ (بالتَّبْرِيدِ) مَرَّاتٍ ومَرَّاتٍ. أَمَّا المَوادُّ المُتَصَلِّدَةُ بالحَرارَةِ فإنَّها تَلِينُ أولاً بالتَّسْخِينِ، وبِمتابعة التسخين تتصلب ولا يُمْكِنُ بَعْدَ ذلِكَ ان تُلَيَّنَ بالتسخينِ ثانِيَةً كَما يَحْدُثُ لِبَياضِ البَيْضَةِ الَّذِي يَتَصَلَّبُ نِهائِيًّا بالطَّهْيِ. ومِنْ أَمْثِلَةِ هٰذا النَّوْعِ مِنَ اللَّدائِنِ الباكلِيت الَّذِي يُسْتَعْمَلُ لِصُنْعِ مَقابِضِ القُدُورِ وغَيْرِها.

ولٰكِنْ ما الفَرْقُ - الكِيمِيائِيُّ - بَيْنَ هٰذَيْنِ الصِّنْفَيْنِ مِنَ المَوادِّ اللَّدْنَةِ؟ لَقَدْ رَأَيْنا في الصَّفْحَةِ (١٨) أَنَّ اللَّدائِنَ مُرَكَّباتٌ كِيمِيائِيَّةٌ مُؤَلَّفَةٌ مِنْ جُزَيْئاتٍ طَوِيلَةٍ جِدًّا، وتَكُونُ هٰذِهِ الجُزَيْئاتُ مُنْفَصِلَةً بَعْضُها عَنْ بَعْضٍ في اللَّدائِنِ الحَرارِيَّةِ. أَمَّا في اللَّدائِنِ المُتَصَلِّدَةِ بالحَرارَةِ فإنَّ التَّسْخِينَ يُؤَدِّي إلى تَرابُطٍ كِيميائِيٍّ قَوِيٍّ بَيْنَ الجُزَيْئاتِ الطَّوِيلَةِ فتَتَماسَكُ تَماسُكًا شَدِيدًا بَعْضُها مَعَ بَعْضٍ.

ويُسَمَّى تَماسُكُ سَلاسِلِ الجُزَيْئاتِ الطَّوِيلَةِ مَعًا، التَّرابُطَ المُتَقاطِعَ. وهٰذا هُوَ نَوْعُ التَّفاعُلِ الَّذِي يَحْدُثُ بَيْنَ جُزَيْئاتِ البروتين في البَيْضَةِ ويُسَبِّبُ تَصَلُّبَها بالطَّهْيِ.



في اللَّدائِنِ الحَرارِيَّةِ تَتَشابَكُ سَلاسِلُ الجُزَيْئاتِ وتَتَماسَكُ في أَماكِنِها



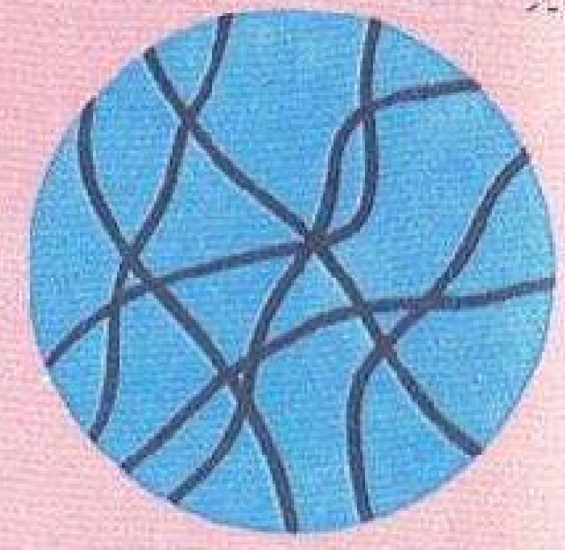
بالتَّسْخِينِ تَنْزَلِقُ السَّلاسِلُ المُتَشابِكَةُ بَعْضُها فَوْقَ بَعْضٍ، ويُمْكِنُ تَغْيِيرُ شَكْلِ اللَّدِينَةِ بالضَّغْطِ

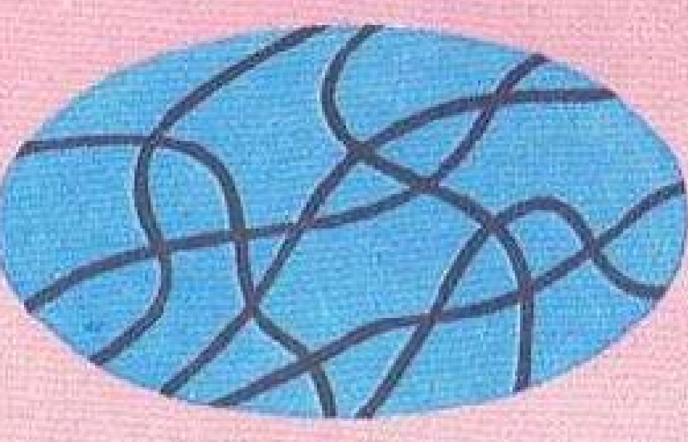


عِنْدَما تَبْرُدُ تُحافِظُ اللَّدِينَةُ عَلى شَكْلِها الجَدِيدِ

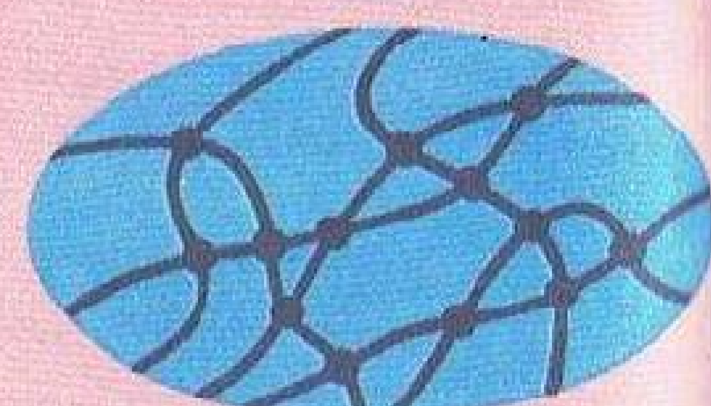


وإذا سُخِّنَتْ مُجَدَّدًا يُمْكِنُ صَوْغُها في شَكْلٍ آخَرَ

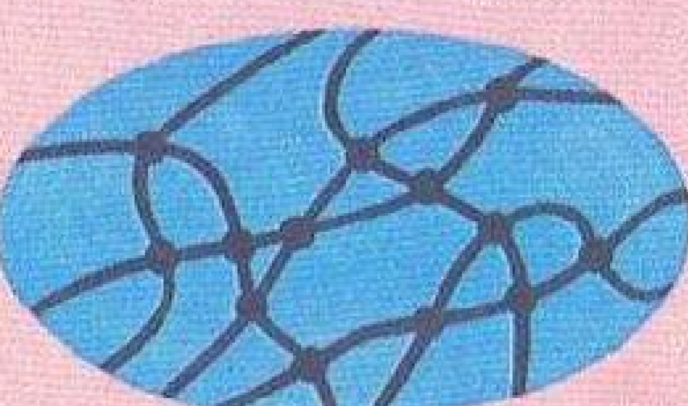




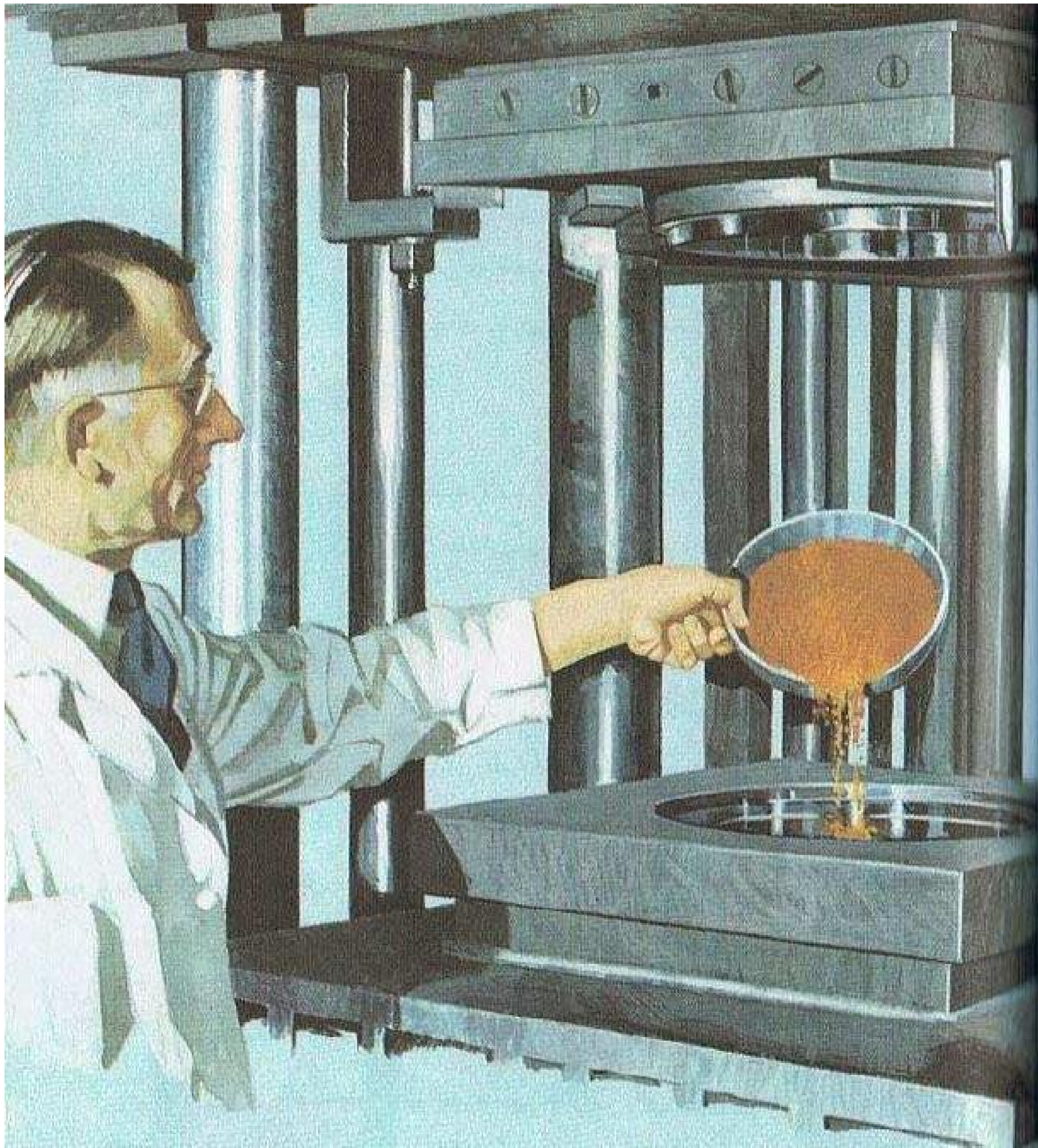
أَمَّا اللَّدائِنُ المُتَصَلِّدَةُ بالحَرارَةِ فيمكِنُ تَلْيِينُها بالتَّسْخِينِ الأولِيِّ لإِعْطائِها الشَّكْلَ المُراد



وباستمرارِ التسخينِ تترابَطُ الجُزيئات بِوَصَلاتٍ كِيماوِيَّةٍ في أَماكِنِ تلاقي السلاسل



وهٰذِهِ الرَّوابِطُ دائمة فلا يَعُودُ بالإمكان تغيير شَكْلِ اللدينة، لا بِتَسْخِينِها مُجَدَّدًا ولا بالضَّغْطِ عَلَيْها





صُنْعُ الأَشْياءِ مِنَ اللَّدائِنِ

تُمْزَجُ المُبَلْمَرات عادَةً بِمَوادَّ أُخْرَى لِتَحْوِيرِ صِفاتِها. فإضافَةُ كَمِّيّاتٍ قَليلَةٍ مَثَلاً مِنْ مَوادَّ كِيميائِيَّةٍ خاصَّةٍ تَجْعَلُ المادَّةَ البلاستيكِيَّةَ أَقَلَّ تَأثُّرًا بِأُكْسجينِ الهَواءِ أَوْ بِأَشِعَّةِ الشَّمْسِ القَوِيَّةِ. كذلِكَ تُضافُ المُلَوِّناتُ لإكْسابِ المَوادِّ المُنْتَجَةِ لَوْنًا مُناسِبًا. ويُمْكِنُ إضافَةُ بَعْضِ المُلَدِّناتِ الزَّيْتِيَّةِ لِجَعْلِ المادَّةِ أَكْثَرَ لُيونَةً أَوْ بَعْضِ مَوادِّ الحَشْوِ كالحُوّارِ أَوْ أَلْيافِ الزُّجاجِ، لِجَعْلِها أَكْثَرَ صَلابَةً.

فَآنِيَةُ البوليثين مَثَلاً تَحْتَوي عَلى المُلَوِّناتِ لإكْسابِها اللَّوْنَ المُناسِبَ، وعَلى مَوادَّ كيميائِيَّةٍ لِمَنْعِ تَأَكْسُدِها. كَما يَحْتَوي كلوريدُ البوليڤنيل، المُسْتَعْمَلُ في عَزْلِ الأَسْلاكِ، عَلى المُلَوِّناتِ لإكْسابِهِ اللَّوْنَ وعَلى المَوادِّ الكيميائِيَّةِ لِمَنْعِ تَأَكْسُدِهِ بالإضافَةِ إلى المُلَدِّناتِ الزَّيْتِيَّةِ لِجَعْلِهِ أَكْثَرَ مُرونَةً. وتَحْتَوي مَصْبوباتُ اللَّدائِنِ المُتَصَلِّدَةِ بالحَرارَةِ عَلى المُلَوِّناتِ لِتَلْوينِها وعَلى مَوادِّ الحَشْوِ لِجَعْلِها أَقَلَّ قَصافَةً. وتَحْتاجُ كُلٌّ مِنَ اللَّدائِنِ الحَرارِيَّةِ واللَّدائِنِ المُتَصَلِّدَةِ بالحَرارَةِ إلى التَّسْخينِ والضَّغْطِ لِتَشْكيلِها، مَعَ العِلْمِ أَنَّ المَوادَّ المُتَصَلِّدَةَ بالحَرارَةِ لا يُمْكِنُ إعادَةُ تَشْكيلِها إلى أَشْكالٍ أُخْرَى بَعْدَ أَنْ تَأْخُذَ شَكْلاً مُعَيَّنًا. ويَتِمُّ صُنْعُ مُعْظَمِ الأَدَواتِ المَصْنوعَةِ مِنَ اللَّدائِنِ المُتَصَلِّدَةِ بالحَرارَةِ بِتَشْكيلِها بالحَرارَةِ والضَّغْطِ، ثُمَّ تُتْرَكُ ساخِنَةً حَتّى تَصَلَّدَ وتَتَصَلَّبَ. ويُسْتَعْمَلُ المِكْبَسُ الهيدرولي غالِبًا لِتَأْمينِ الضَّغْطِ اللازِمِ بَيْنَما تُحَمّى قَوالِبُ الصَّبِّ بالبُخارِ أَوِ الكَهْرُباءِ.

تُوضَعُ الكَمِّيَّةُ المُحَدَّدَةُ مِنَ اللَّدينَةِ ذاتِ التَّصَلُّدِ الحَرارِيِّ داخِلَ قالَبٍ ساخِنٍ في المِكْبَسِ (الشَّكْل ١) ثُمَّ يُغْلَقُ القالَبُ وتُسَخَّنُ اللَّدينَةُ فَتَلين وتَنْساب بِتَأْثيرِ الضَّغْطِ لِتَمْلأَ القالَبَ وتَأْخُذَ شَكْلَهُ وتَتَصَلَّدَ (الشَّكْل ٢). ثُمَّ يُفْتَحُ القالَبُ ويُسْتَخْرَجُ مِنْهُ الشَّيْءُ المَصْنوعُ وهُوَ ساخِنٌ لِتَبْدَأَ العَمَلِيَّةُ مُجَدَّدًا (الشَّكْل ٣).

صُنْعُ صينِيَّةٍ مِنْ لَدينَةٍ تَتَصَلَّدُ بالحَرارَةِ

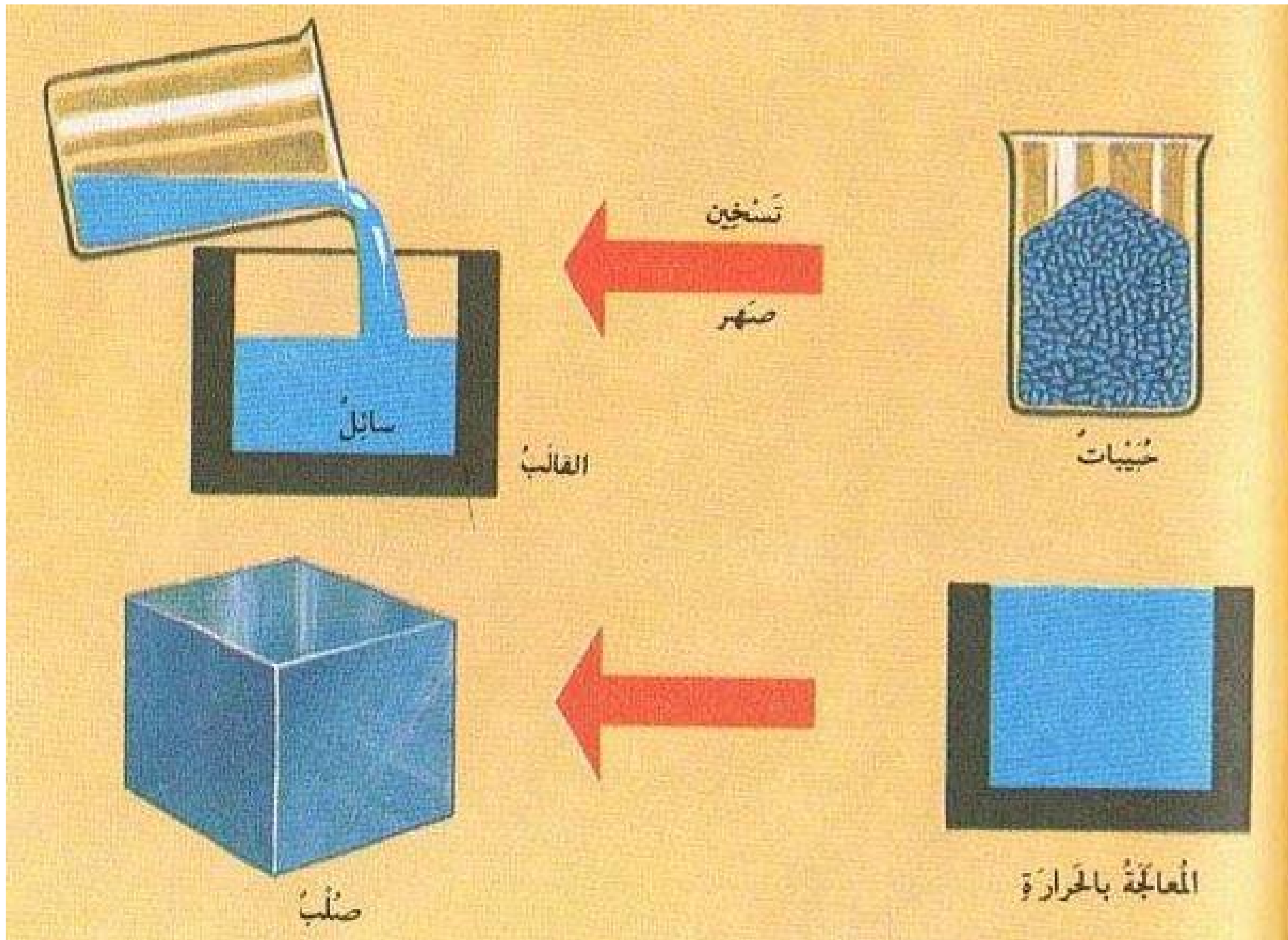
مَزِيدٌ مِنَ المَعْلُومَاتِ عَنْ تَصْنِيعِ اللَّدائِنِ

يُمكِنُ تحقيقُ كُلِّ الخُطُواتِ الّتي ذُكِرَتْ في الصَّفْحَةِ السّابِقَةِ تِلقائيًّا (أُوتوماتِيًّا) في مكابِسَ خاصَّةٍ. فَمَتى أُعِدَّ المِكْبَسُ والقالَبُ يَبْدَأُ العَمَلُ ويَتِمُّ الصَّبُّ باستِمْرارٍ. إنَّ صُنْعَ الأشْياءِ الصَّغيرَةِ كسَدّاداتِ الزُّجاجاتِ يَجْري بِسُرْعَةٍ بَيْنَما يَتطَلَّبُ صُنْعُ الأشْياءِ الكَبيرَةِ وَقْتًا أطْوَلَ.

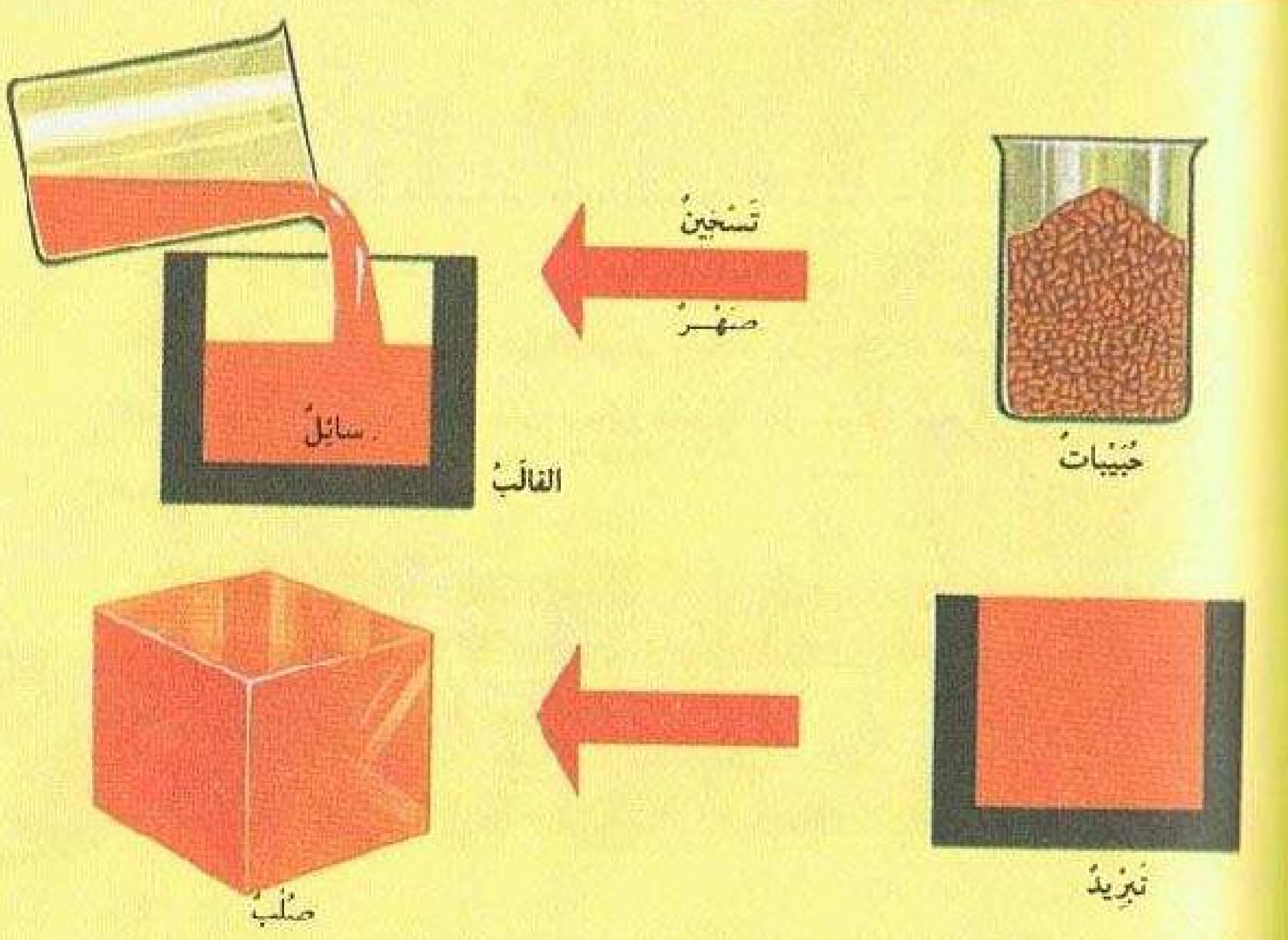
تُصْنَعُ الصَّفائِحُ المُعَدَّةُ للاسْتِعْمالاتِ المَنْزِلِيَّةِ في المَطابِخِ مِنَ اللَّدائِنِ المُتَصَلِّدَةِ بالحَرارَةِ عَنْ طَريقِ ضَغْطِها بَيْنَ طَبَقاتٍ مِنَ الوَرَقِ أوِ القُماشِ مَحْصُورَةٍ بَيْنَ سَطْحَيْنِ مُسْتَوِيَيْنِ مُسَخَّنَيْنِ.

وكَما رَأيْنا فإنَّ اللَّدائِنَ الحَرارِيَّةَ يُمكِنُ أنْ تَلينَ بالتَّسْخينِ ثُمَّ تُتْرَكَ لِتَبْرُدَ وبِذلِكَ تُصْبِحُ صُلْبَةً تَحْتَفِظُ بأشْكالِها. وعَلى هذا فإنَّ عَمَلِيَّةَ تَصْنيعِ اللَّدائِنِ الحَرارِيَّةِ تَتَضَمَّنُ ثَلاثَ مَراحِلَ مَهْما كانَتِ الطَّريقَةُ المُسْتَعْمَلَةُ. تُسَخَّنُ المادَّةُ أوَّلًا لِتَلينَ بِشَكْلٍ كافٍ، ثُمَّ يَتِمُّ صَوْغُها بالشَّكْلِ المَطْلوبِ، وأخيرًا تُتْرَكُ لِتَبْرُدَ داخِلَ قالَبِ التَّشْكيلِ. وفي عَمَلِيّاتِ الإنْتاجِ تُدْمَجُ المَرْحَلَتانِ الأُولى والثّانِيَةُ غالِبًا، فَيَتِمُّ عَمَلِيَّتا التَّسْخينِ والتَّشْكيلِ في آنٍ واحِدٍ.

وسَنَرى في الصَّفَحاتِ التّالِيَةِ بَعْضَ الطُّرُقِ الّتي يَتِمُّ بِوَساطَتِها صُنْعُ أدَواتِ الاسْتِعْمالِ اليَوْمِيِّ مِنَ اللَّدائِنِ الحَرارِيَّةِ.

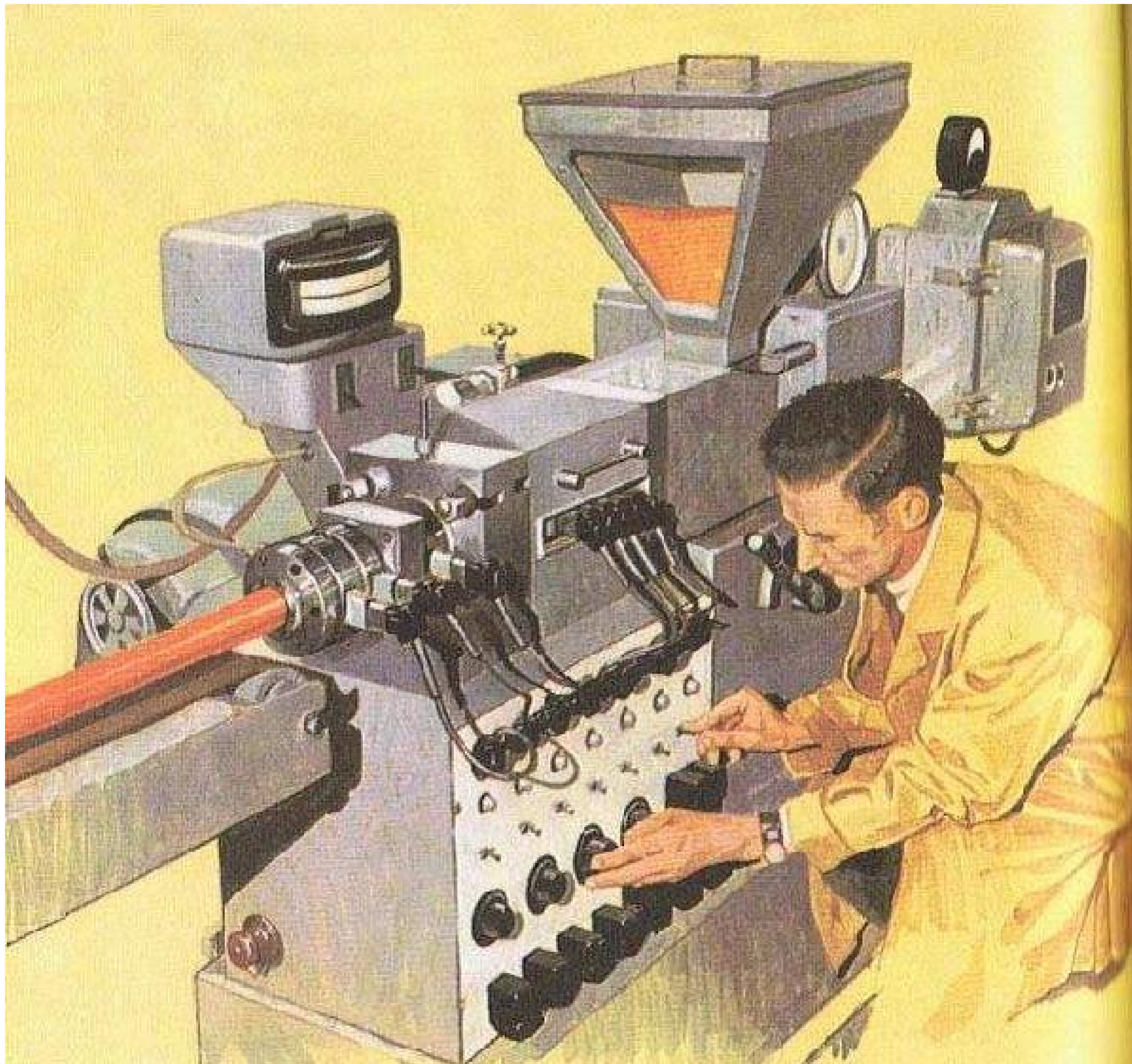


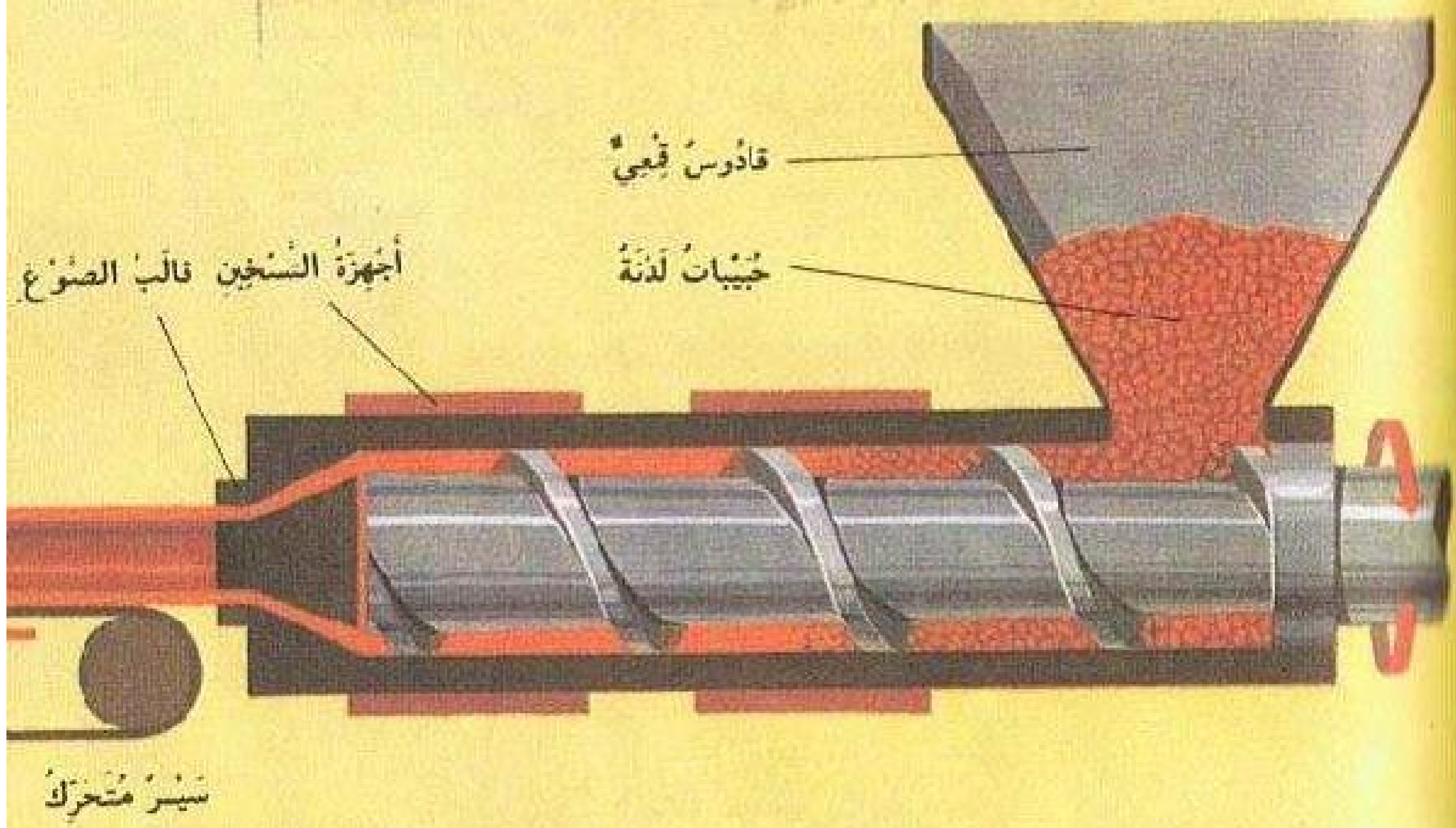
اللَّدائِنُ المُتَصَلِّدَةُ بالحَرارَةِ



اللَّدائِنُ الحَرارِيَّةُ

المَراحِلُ المُخْتَلِفَةُ لِعَمَلِيَّةِ تَصْنيعِ اللَّدائِنِ المُتَصَلِّدَةِ بالحَرارَةِ واللَّدائِنِ الحَرارِيَّةِ





مَقْطَعٌ طُولِيٌّ مُبَسَّطٌ لِمَكَنَةِ التَّشْكِيلِ بالبَثْقِ

التَّشْكِيلُ بالبَثْقِ

وهُوَ الطَّرِيقَةُ المُسْتَخْدَمَةُ في صُنْعِ أدَواتٍ - كأنابيبِ كلُورِيد البوليڤينيل والبوليثين وقُضْبانِ سَنائِرِ النّايلون ، وكذٰلِكَ لِتَغْطِيَةِ الأَسْلاكِ بِعازِلٍ لَدْنٍ . وتَقُومُ هٰذِهِ الطَّرِيقَةُ عَلى تَسْخِينِ المادَّةِ اللَّدْنَةِ ودَفْعِهَا عَبْرَ ثَقْبٍ ذِي شَكْلٍ مُناسِبٍ ثُمَّ تَبْرِيدِها .

ويُمْكِنُ تَشْبِيهُ مَكَنَةِ التَّشْكِيلِ بالبَثْقِ بآلَةِ الفَرْمِ المَعْرُوفَةِ في المَطابِخِ الّتي تَتَأَلَّفُ مِنْ قادُوسٍ قِمْعِيِّ الشَّكْلِ يُوضَعُ اللَّحْمُ بِداخِلِهِ ، ومِنْ لَوْلَبٍ حلزوني لِيَدْفَعَ اللَّحْمَ ، ومِنْ ثُقُوبٍ يُضْغَطُ اللَّحْمُ المَهْرُوسُ عَبْرَها .

آلَةُ التَّشْكِيلِ بالبَثْقِ المُسْتَخْدَمَةُ في صَبِّ اللَّدائِنِ أكْبَرُ وأكْثَرُ تَعْقِيدًا مِنْ آلَةِ الفَرْمِ . فاللَّدائِنُ تَحْتاجُ إلى الحَرارَةِ لِتَلْيِينِها . لِذا تُصْنَعُ أُسْطُوانَةُ المَكَنَةِ (المُمْتَدَّةُ بَيْنَ القادُوسِ القِمْعِيِّ في بِدايَتِها والثَّقْبِ في نِهايَتِها وهُوَ ما يُسَمَّى قالَبَ الصَّوْغِ) بِحَيْثُ يُمْكِنُ تَسْخِينُها كَما يُمْكِنُ التَّحَكُّمُ في دَرَجَةِ حَرارَتِها . ويُسْتَخْدَمُ مُحَرِّكٌ كَهْرُبائِيٌّ قَوِيٌّ لإدارَةِ اللَّوْلَبِ الحلزوني ودَفْعِ المادَّةِ خِلالَ قالَبِ الصَّوْغِ .

حِينَ تَنْبَثِقُ المادَّةُ اللَّدْنَةُ مِنْ قالَبِ الصَّوْغِ تَكُونُ ساخِنَةً وقَدْ تَفْقِدُ شَكْلَها ما لَمْ تُبَرَّدْ بِسُرْعَةٍ . ويَتِمُّ ذٰلِكَ عادَةً بِدَفْعِ الأشْياءِ القابِلَةِ لِلثَّنْيِ ، كالأشْرِطَةِ والشَّرائِحِ ، إلى مَغْطَسٍ مائِيٍّ وسَحْبِها مِنَ النّاحِيَةِ الأُخْرى بِوَساطَةِ زَوْجٍ مِنَ الأُسْطُوانات . أمّا الأشْياءُ الصُّلْبَةُ كَقُضْبانِ سَنائِرِ النّايلُون فيُمْكِنُ سَحْبُها عَلى سَيْرٍ مُتَحَرِّكٍ وتَبْرِيدُها بِتَيّارٍ هَوائِيٍّ .

ويُمْكِنُ تَغْطِيَةُ الأَسْلاكِ بِكلُورِيد البوليڤينيل بِجَعْلِ السِّلْكِ يَمُرُّ مِنْ مَرْكَزِ قالَبِ الصَّوْغِ ودَفْعِ اللَّدِينَةِ حَوْلَهُ لِتَغْطِيَتِهِ .

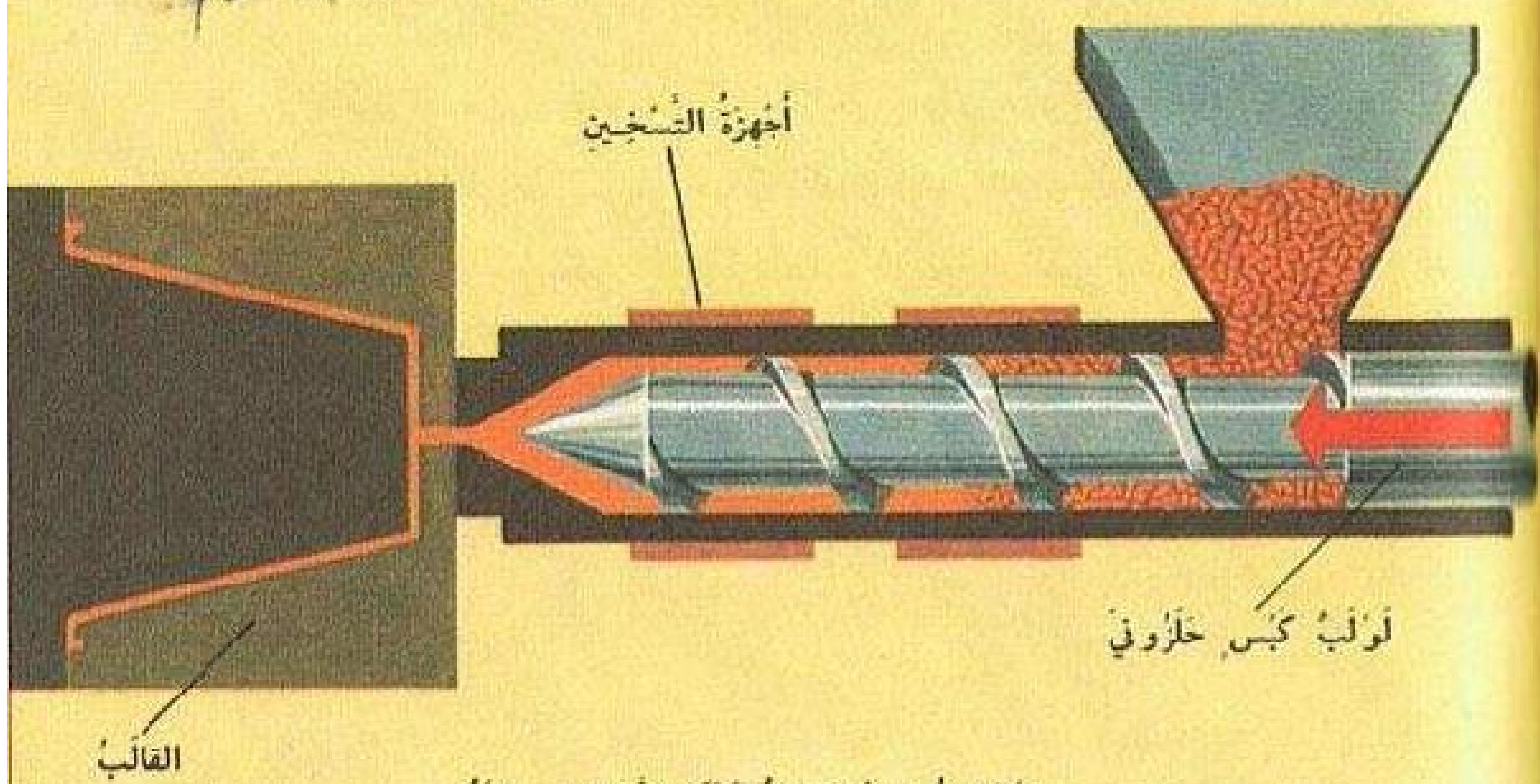
التَّشْكِيلُ بالحَقْنِ

تُستَخدَمُ هذِهِ الطَّرِيقَةُ في صُنْعِ بَعْضِ الأَشْياءِ كسُطُولِ البوليثين ودَواليبِ النَايلُون المُسَنَّنَةِ، وصَنادِيقِ البوليستيرين لِتَغْليفِ راديُوات الترانزيستور ... وتُشبِهُ آلاتُ التَّشكِيلِ بالحَقْنِ في بَعْضِ نَواحِيها، آلاتِ التَّشكِيلِ بالبَثْقِ. ويَكْمُنُ الفَرْقُ بَيْنَهُما في أنَّ مَكَنَةَ البَثْقِ تَستَمِرُّ في دَفْعِ المادَّةِ اللَّدْنَةِ عَبْرَ قالَبِ الصَّوْغِ، في حِينِ أنَّ مَكَنَةَ الحَقْنِ مُصَمَّمَةٌ لِتَحْقِنَ الكَمِّيَّةَ الكافِيَةَ مِنَ المادَّةِ اللَّدْنَةِ لِمَلْءِ القالَبِ البارِدِ فَقَطْ. ومَتى بَرَدَ الشَّيْءُ المَصْنُوعُ ورُفِعَ مِنَ القالَبِ تَعُودُ إلى مَلْئِهِ مِنْ جَدِيدٍ.

وتَستَعمِلُ بَعْضُ المَكَناتِ الصَّغِيرَةِ مِكْبَسًا بَسِيطًا لِدَفْعِ المادَّةِ مِنْ أُسْطُوانَةِ المَكَنَةِ السَّاخِنَةِ إلى القالَبِ. أمَّا في المَكَناتِ الكَبِيرَةِ فيُستَعمَلُ اللَّوْلَبُ الحَلَزُونيّ الَّذي يَقُومُ بمَزْجِ المادَّةِ اللَّدْنَةِ وتَسْخِينِها جَيِّدًا قَبْلَ دَفْعِها داخِلَ القالَبِ. وفي هٰذِهِ المَكَناتِ يَدُورُ اللَّوْلَبُ الحَلَزونيّ لِيَملأَ الأُسْطُوانَةَ السَّاخِنَةَ بِكَمِّيَّةٍ جَدِيدَةٍ مِنْ مادَّةِ اللَّدِينَةِ ومِنْ ثَمَّ يَتَحَرَّكُ إلى الأمامِ كالمِكْبَسِ، لِيَحْقِنَ المادَّةَ اللَّدْنَةَ المَصْهُورَةَ في القالَبِ.

وآلاتُ الحَقْنِ الحَدِيثَةُ يُمكِنُ أنْ تَعمَلَ تِلْقائِيًّا (أُوتوماتِيًّا) بَعْدَ أنْ تُسَخَّنَ إلى دَرَجَةِ الحَرارَةِ المُناسِبَةِ ويُحَدَّدَ الزَّمَنُ اللازِمُ لِكُلِّ مَرحَلَةٍ مِنَ المَراحِلِ (مَلْءُ القالَبِ ثُمَّ تَبْرِيدُ الشَّيْءِ المَصْنُوعِ ثُمَّ رَفْعُهُ مِنَ القالَبِ). وتُستَخدَمُ الطَّرِيقَةُ الأُوتوماتِيَّةُ في صُنْعِ أعْدادٍ كَبِيرَةٍ مِنْ نَمُوذَجٍ مُعَيَّنٍ.





مَقطَعٌ طُولِيٌّ مُبَسَّطٌ لِمَكَنَةِ التَّشكِيلِ بالحَقْنِ

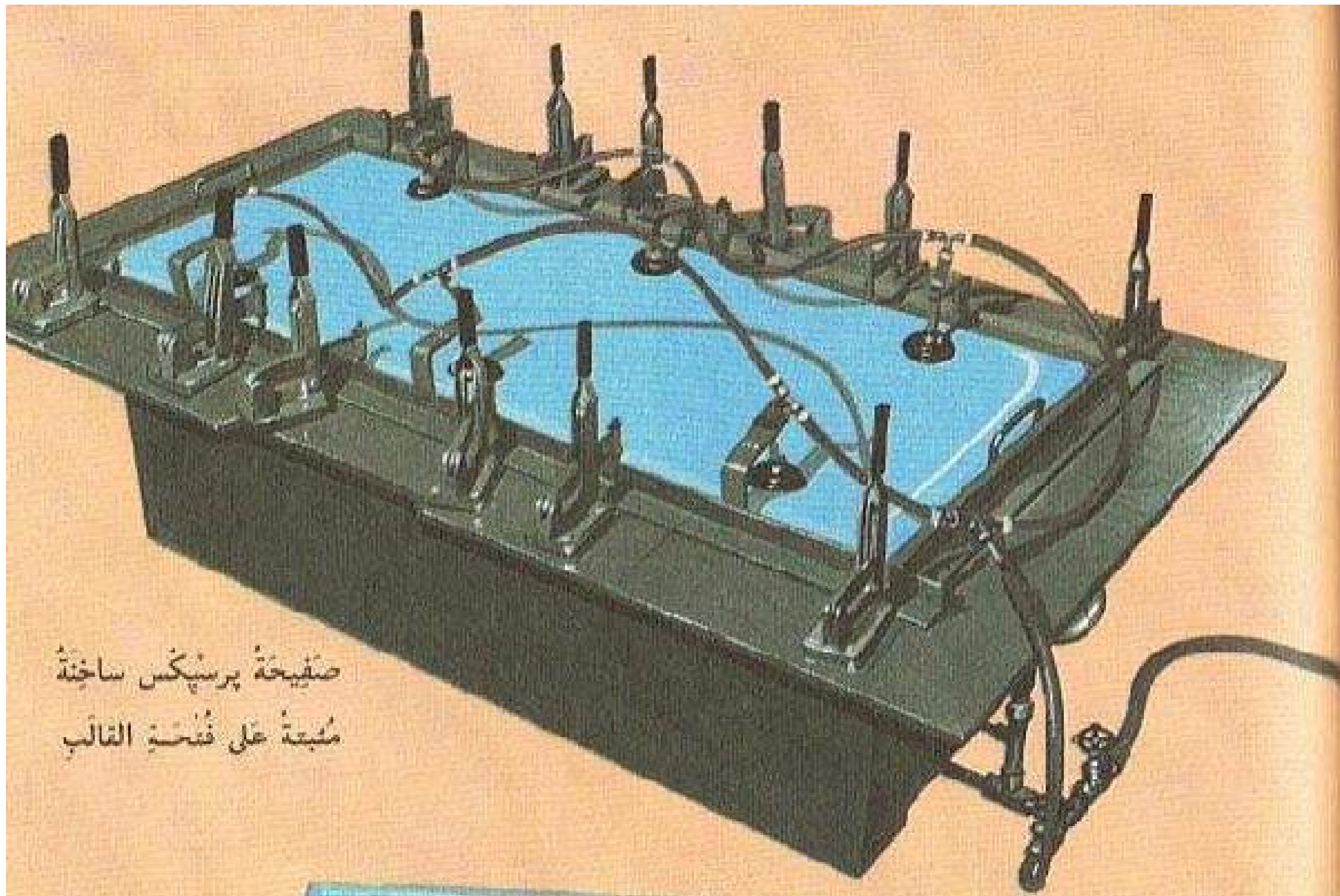
التَّشْكِيلُ الحَرارِيُّ

تُصْنَعُ بَعْضُ الأَدَواتِ الَّدائِنِيَّةِ بِإِحْماءِ صَفائِحِ اللَّدائِنِ الحَرارِيَّةِ قَبْلَ تَشْكِيلِها. وَيَتِمُّ إِعْدادُ هٰذِهِ الصَّفائِحِ بِطَرِيقَةِ البَثْقِ أَوْ بِطَرِيقَةِ التَّصْفِيحِ (بِضَغْطِ اللَّدِينَةِ الرَّخْوَةِ بَيْنَ أُسْطُوانَتَيْنِ مَعْدِنِيَّتَيْنِ مُسَخَّنَتَيْنِ) أَوْ بِبَلْمَرَتِها مُباشَرَةً عَلى شَكْلِ صَفائِحَ (صفحة ٣٢).

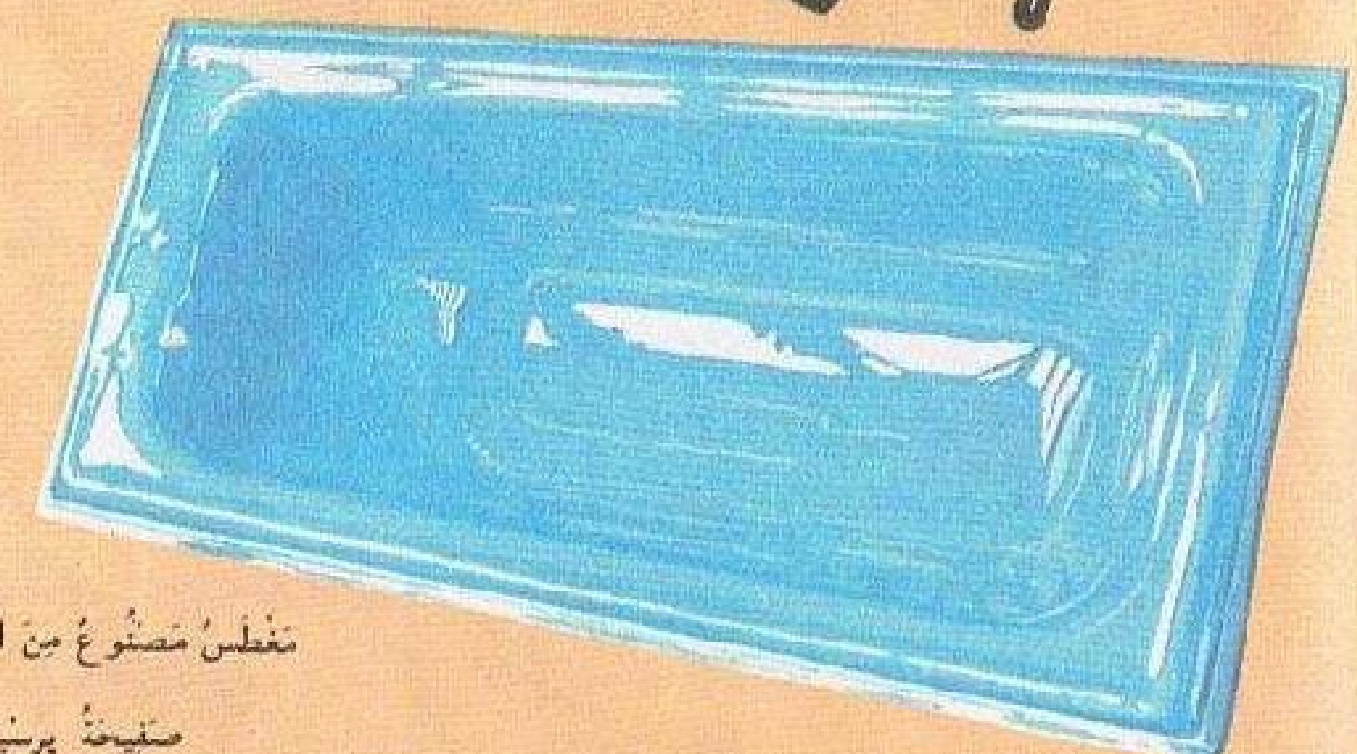
يَبْدَأُ العَمَلُ بِقَطْعِ المِساحَةِ المَطْلُوبَةِ مِنَ الصَّفِيحَةِ اللَّدِنَةِ. ثُمَّ تُسَخَّنُ إِلى أَنْ تُصْبِحَ لَيِّنَةً مَطَّاطِيَّةَ القَوامِ ثُمَّ تُضْغَطُ داخِلَ قالَبٍ أَوْ فَوْقَهُ لِتَأْخُذَ الشَّكْلَ المَطْلُوبَ. وَحِينَ يَبْرُدُ النَّمُوذَجُ وَيَتَصَلَّبُ، يُرْفَعُ مِنَ القالَبِ وَتُشَذَّبُ حَوافُّهُ.

وَلِلْحُصُولِ عَلى الضَّغْطِ اللازِمِ لإِعْطاءِ الصَّفِيحَةِ اللَّيِّنَةِ الشَّكْلَ المَطْلُوبَ يُمْكِنُ تَطْبِيقُ إِحْدى الطُّرُقِ الثَّلاثِ التّالِيَةِ: يُمْكِنُ اسْتِعْمالُ الهَواءِ المَضْغُوطِ لِنَفْخِ الصَّفِيحَةِ وَيُكْسِبُها الشَّكْلَ المَطْلُوبَ، تُجْبَرُ الصَّفِيحَةُ المُثَبَّتَةُ عَلى فُتْحَةِ القالَبِ أَنْ تَأْخُذَ شَكْلَهُ بِتَفْرِيغِ الهَواءِ مِنْهُ. أَوْ تُضْغَطُ الصَّفِيحَةُ لِتَتَّخِذَ الشَّكْلَ المَرْغُوبَ فِيهِ بِوَساطَةِ مِكْبَسٍ ضاغِطٍ. وَقَدْ تُدْمَجُ طَرِيقَتانِ مِنْ هٰذِهِ الطُّرُقِ مَعًا. فَمَثَلاً عِنْدَ تَشْكِيلِ شَيْءٍ عَمِيقٍ كَمَغْطَسِ حَمّامٍ، يُمْكِنُ اسْتِعْمالُ المِكْبَسِ المِيكانِيكِيِّ الضّاغِطِ لِدَفْعِ الصَّفِيحَةِ السّاخِنَةِ إِلى داخِلِ القالَبِ بَيْنَما يُفَرَّغُ القالَبُ مِنَ الهَواءِ لإِتْمامِ عَمَلِيَّةِ التَّشْكِيلِ.

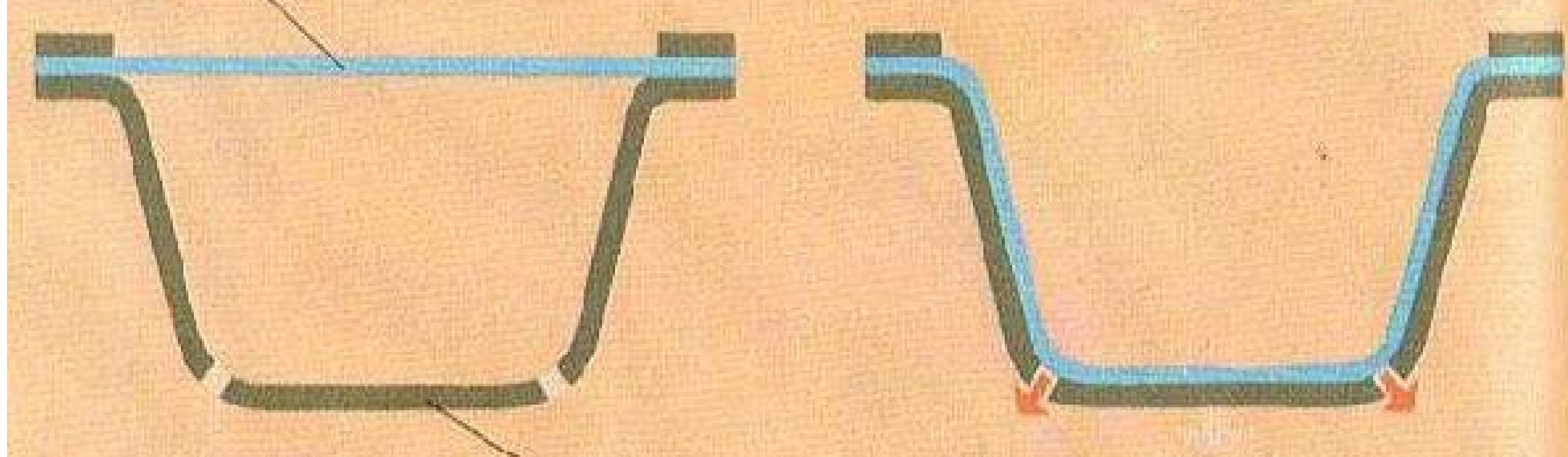
وَمِنَ الأَمْثِلَةِ الأُخْرى المَصْنُوعَةِ مِنَ الصَّفائِحِ صَوانِي عُلَبِ الشوكولاتة الَّتِي تُصْنَعُ مِنَ الصَّفائِحِ الرَّقِيقَةِ بِطَرِيقَةِ التَّفْرِيغِ الهَوائِيِّ وَكَذٰلِكَ الشّاراتُ المُضاءَةُ الَّتِي تُصْنَعُ مِنْ قِطَعٍ مُتَعَدِّدَةٍ مُتَلاحِمَةٍ بَعْضِها مَعَ بَعْضٍ وَأَيْضًا واقِياتُ الرِّيحِ لِسائِقِي الدَّرّاجاتِ النّارِيَّةِ. وَتُصْنَعُ القَوارِيرُ البلاستِيكِيَّةُ بِطَرِيقَةٍ تُسَمّى «التَّشْكِيل بِالبَثْقِ وَالنَّفْخِ» الَّتِي تَجْمَعُ فِي الواقِعِ بَيْنَ التَّشْكِيلِ بِالبَثْقِ وَالتَّشْكِيلِ الحَرارِيِّ. فَتُنْفَخُ أَطْوالٌ مُعَيَّنَةٌ مِنْ أَنابِيبَ لَدِنَةٍ ساخِنَةٍ تُؤْخَذُ مُباشَرَةً مِنْ مَكَنَةِ البَثْقِ لِتُعْطى شَكْلَ القارُورَةِ المَطْلُوبَ.



صَفِيحَةُ پرسپكس ساخِنَةٌ مُثَبَّتَةٌ عَلى فُتْحَةِ القالَبِ



مَغْطَسٌ مَصْنُوعٌ مِنَ البرسپكس



صُنْعُ مَغْطَسٍ مَنْزِلِيٍّ بِطَرِيقَةِ التَّفْرِيغِ الهَوائِيِّ

اللَّدائِنُ في المَخَازِنِ والمَنازِلِ

أصبَحَتِ اللَّدائِنُ في أيَّامِنا أمْرًا مألُوفًا، غَيرَ أنَّهُ لِسِنِينَ قَلِيلَةٍ خَلَتْ كانَتِ الأشْياءُ المَصْنُوعَةُ مِنَ اللَّدائِنِ المُسْتَخْدَمَةُ في حَياتِنا اليَوْمِيَّةِ قَلِيلَةً جِدًا.

تَصَوَّرِ الحَياةَ الآنَ بِدُونِ اللَّدائِنِ -بِدُونِ أوْعِيَةٍ ودِلاءِ البوليثين الّتي لا تَصدَأُ ولا تَخدِشُ أحْواضَ الغَسِيلِ، دُونَ مَصْبُوباتِ كلُوريد البوليڤينيل وبَلاطِهِ الّذي يُغَطِّي أرْضَ المَطابِخِ والمَخازِنِ. تَخَيَّلِ الحَياةَ في الطُّرُقِ والمَخازِنِ دُونَ اللافِتاتِ الضَّوْئِيَّةِ المَصْنُوعَةِ مِنْ صَفائِحِ اللَّدائِنِ، ودُونَ أكْياسِ البوليثين الّتي تُوضَعُ فِيهَا مُخْتَلِفُ البَضائِعِ، دُونَ العُلَبِ المَصْنُوعَةِ مِنَ اللَّدائِنِ لِمُخْتَلِفِ الأدَواتِ كالخَلّاطاتِ الكَهْرَبائِيَّةِ. ومُجَفِّفاتِ الشَّعْرِ، دُونَ قَوارِيرِ اللَّدائِنِ المُسْتَعْمَلَةِ لأغْراضٍ شَتَّى، مِنْ بَخّاخاتِ السّائِلِ إلى القَوارِيرِ الجَذّابَةِ المُخَصَّصَةِ لِمَوادِّ التَّجْمِيلِ.

اللَّدائِنُ تُساعِدُ مِنْ وُجُوهٍ عِدَّةٍ في جَعْلِ الحَياةِ أسْهَلَ وأكْثَرَ إشْراقًا وحَتَّى أكْثَرَ هُدُوءًا. وتَسْتَعْمِلُ مُعْظَمُ المَزارِعِ الّتي تُنْتِجُ الألْبانَ اليَوْمَ صَنادِيقَ لَدائِنِيَّةً بَدَلًا مِنَ الصَّنادِيقِ المَعْدِنِيَّةِ الّتي كانَتْ تُسْتَعْمَلُ في السَّنَواتِ القَلِيلَةِ الماضِيَةِ. إنَّ صَنادِيقَ اللَّدائِنِ لَيْسَتْ أخَفَّ حِمْلًا عَلى عامِلِ الألْبانِ فَحَسْبُ بَلْ هِيَ أقَلُّ جَلْجَلَةً أيْضًا. وقَدْ أصْبَحْنا لا نَسْتَيْقِظُ في الصَّباحِ الباكِرِ عَلى قَرْقَعَةِ ارْتِطامِ زُجاجاتِ الحَلِيبِ بِصَنادِيقِها المَعْدِنِيَّةِ. ولا يَقْتَصِرُ اسْتِعْمالُ صَنادِيقِ البلاسْتِيك عَلى مَعامِلِ الألْبانِ فَقَطْ بَلْ يَتَعَدّاها إلى مُعْظَمِ الصِّناعاتِ الّتي تَعْتَمِدُ في تَوْزِيعِ إنْتاجِها عَلى القَوارِيرِ. وفي المَخازِنِ حَلَّتِ العُلَبُ والصَّوانِي اللَّدائِنِيَّةُ مَحَلَّ الخَشَبِيَّةِ لِعَرْضِ البِضاعَةِ. وحِفْظُ العُلَبِ والصَّوانِي نَظِيفَةً أسْهَلُ كَثِيرًا، كَما أنَّها خَفِيفَةُ الحَمْلِ.

وقَدْ دَخَلَتِ اللَّدائِنُ أيْضًا في مَيْدانِ البِناءِ ويَزْدادُ اسْتِعْمالُها أكْثَرَ فأكْثَرَ. فَتُصْنَعُ أنابِيبُ مِياهِ التَّصْرِيفِ مِنْ كلوريد البوليڤينيل. وتُصْنَعُ أُطُرُ النَّوافِذِ مِنَ اللَّدائِنِ المُعَزَّزَةِ بِألْيافِ الزُّجاجِ أوْ مِن كلُوريد البوليڤينيل، كَما تُصْنَعُ أنابِيبُ المِياهِ البارِدَةِ مِنَ البوليثين. وتُسْتَعْمَلُ اللَّدائِنُ الاسْفَنجِيَّةُ كَمَوادَّ عازِلَةٍ. ولَيْسَ كُلُّ هٰذا إلّا بَعْضَ الأمْثِلَةِ عَنِ اسْتِعْمالِ اللَّدائِنِ في مَجالاتِ البِناءِ.



مَجموعَةٌ مِنَ الكَراسي المَتَراصَّةِ المَصنوعَةِ مِن النايلون المُعَزَّزِ بِألْيافِ الزُّجاجِ

سَرِيرٌ ذو هيكل من البوليوريثان المُغَطَّى بالنايلون

أوعيةٌ وقواريرُ من البوليثين

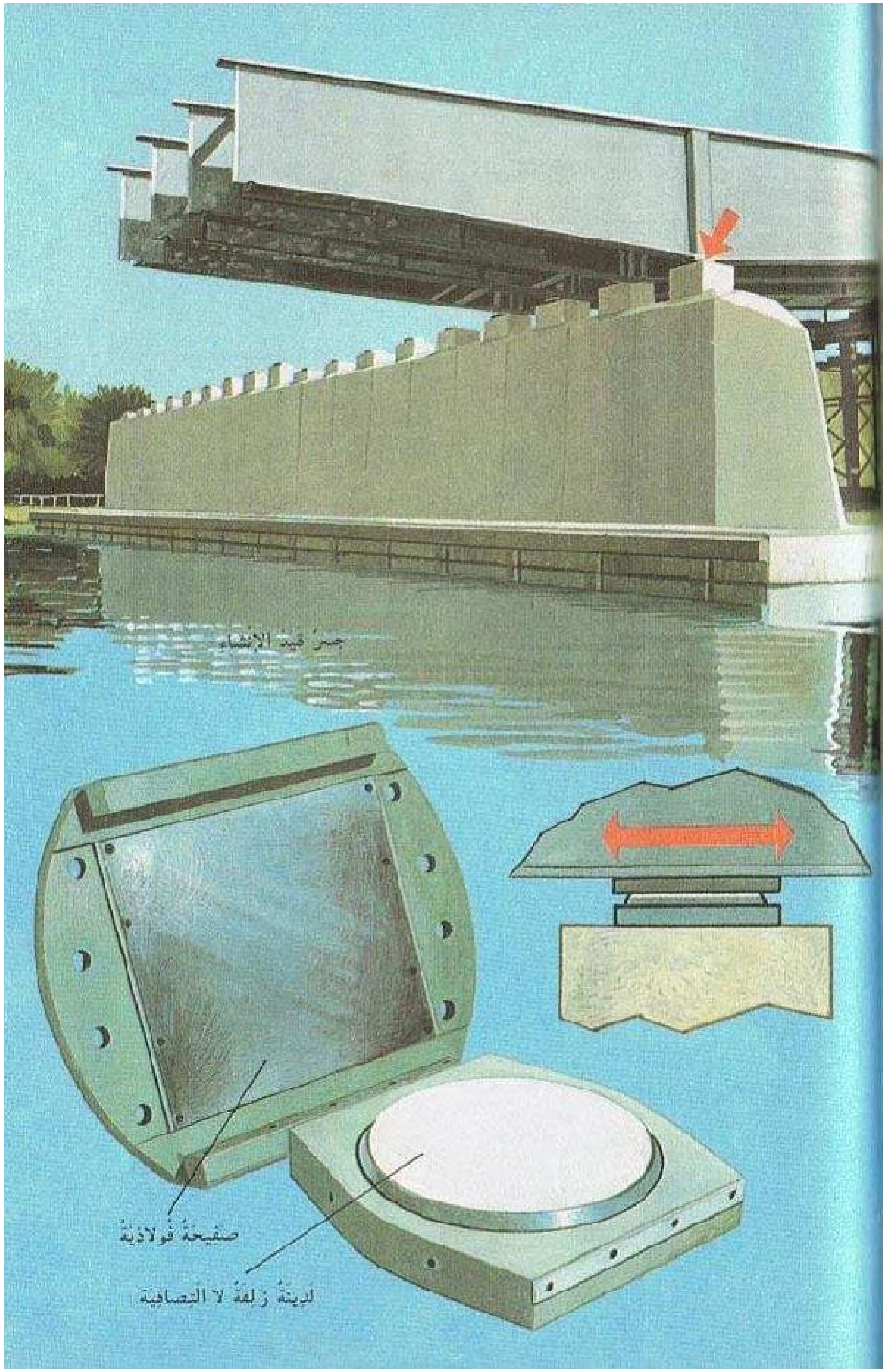
بِزَّةٌ وحذاءٌ مِنْ كلوريد البوليڤينيل

بلاطُ أرضيةٍ من كلُوريد البوليڤينيل

هيكَلُ ساعَةٍ مِنَ البرسپكس

ألواحٌ مُموَّجَةٌ مِنْ كلوريد البوليڤينيل

صُنْدُوقُ قَوارِيرَ مِنَ البروپاثين



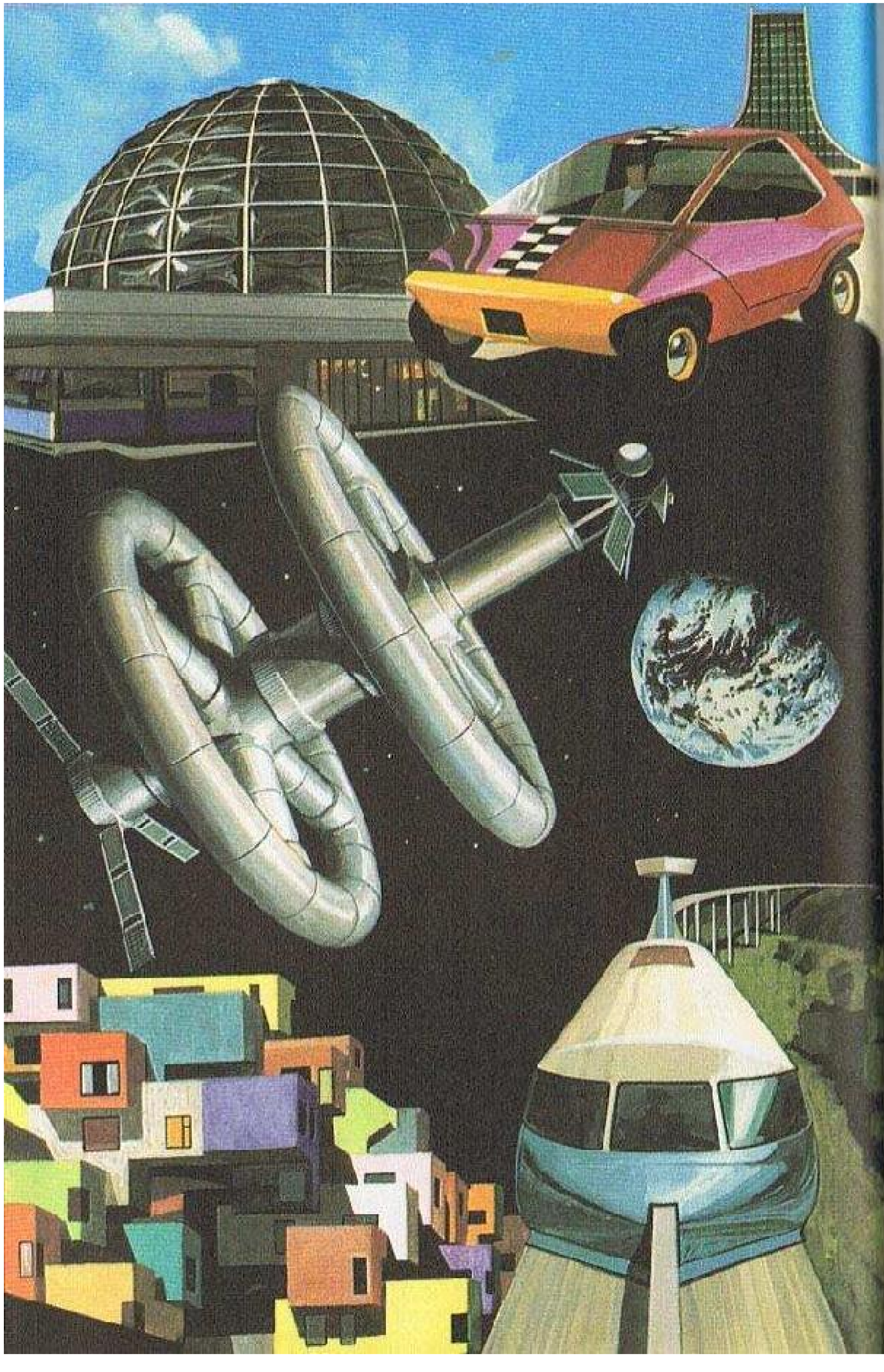
اللدائنُ في النقلِ والصناعاتِ الهندسيةِ

في أيامِنا هذهِ تُستعملُ اللدائنُ في البيوتِ على نطاقٍ واسعٍ. غيرَ أنَّ لها استعمالاتٍ عديدةً أخرى قد نجهلُها ولكنَّها لا تقلُّ أهميةً عن الاستعمالاتِ المألوفةِ وذلكَ في ميادينِ الهندسةِ، والنقلِ والصناعةِ الكهربائيةِ. فقدْ حلَّتِ الدواليبُ المسنَّنةُ المصنوعةُ منَ النايلون محلَّ الدواليبِ المعدنيةِ في العديدِ منَ استعمالاتِها. ففي آلاتِ المزارعِ مثلاً تدومُ الدواليبُ المسنَّنةُ المصنوعةُ منَ النايلون أكثرَ منْ مثيلاتِها الفولاذيةِ، لأنَّها تعملُ دونَ حاجةٍ إلى الزيتِ كما أنَّها لا تصدأُ.

ونظرًا للزلقيةِ الفائقةِ لسطوحِ بعضِ اللدائنِ الملساءِ (كالتي تُبطَّنُ بها الأواني اللاالتصاقيةِ) فقدْ حلَّتْ هذهِ محلَّ المعادنِ في صنعِ المحاملِ التي يصعبُ تزليقُها أوِ التي يكونُ استعمالُ المعادنِ فيها غيرَ مرغوبٍ فيهِ. وأحدُ الاستعمالاتِ المهمةِ لهذهِ اللدائنِ كسطوحِ ارتكازٍ هوَ في بناءِ الجسورِ. ففي كثيرٍ منَ الجسورِ الحديثةِ وسائدُ منْ لدينةٍ زلقةٍ لا التصاقيةٍ لتنزلقَ عليْها نهاياتُ الجسورِ المعدنيةِ عندَما تتمددُ أجزاءُ الجسرِ أوْ تتقلصُ بتغيُّرِ درجةِ الحرارةِ.

وفي الصناعاتِ الكهربائيةِ مكَّنتْ ميزاتُ بعضِ اللدائنِ كالبوليثين وكلوريد البوليفينيل منْ تصميمِ واستعمالِ تجهيزاتٍ تفوقُ مثيلاتِها منْ غيرِ اللدائنِ. ويُستعملُ النايلون أيضًا في التجهيزاتِ الكهربائيةِ إذْ إنَّ خواصَّهُ التي تجمعُ بينَ المتانةِ والصلابةِ والعزلِ الجيدِ تجعلُ لهُ قيمةً خاصةً في صنعِ أجسامِ الأدواتِ الكهربائيةِ. كذلكَ عمَّ استعمالُ اللدائنِ في صناعةِ السياراتِ. منْ هذهِ الاستعمالاتِ ما هوَ واضحٌ بيِّنٌ كالمقاعدِ، والعدساتِ الضوئيةِ، ومنْها ما هوَ غيرُ ظاهرٍ كأنابيبِ أجهزةِ التهويةِ وعوازلِ الأجزاءِ الكهربائيةِ.

فاللدائنُ في الحقيقةِ تكوِّنُ جزءًا هامًا منْ عالمِنا ليسَ فقطْ في بيوتِنا ولكنْ أيضًا في مجالاتٍ متعددةٍ أخرى أساسيةٍ في مختلفِ الميادينِ.



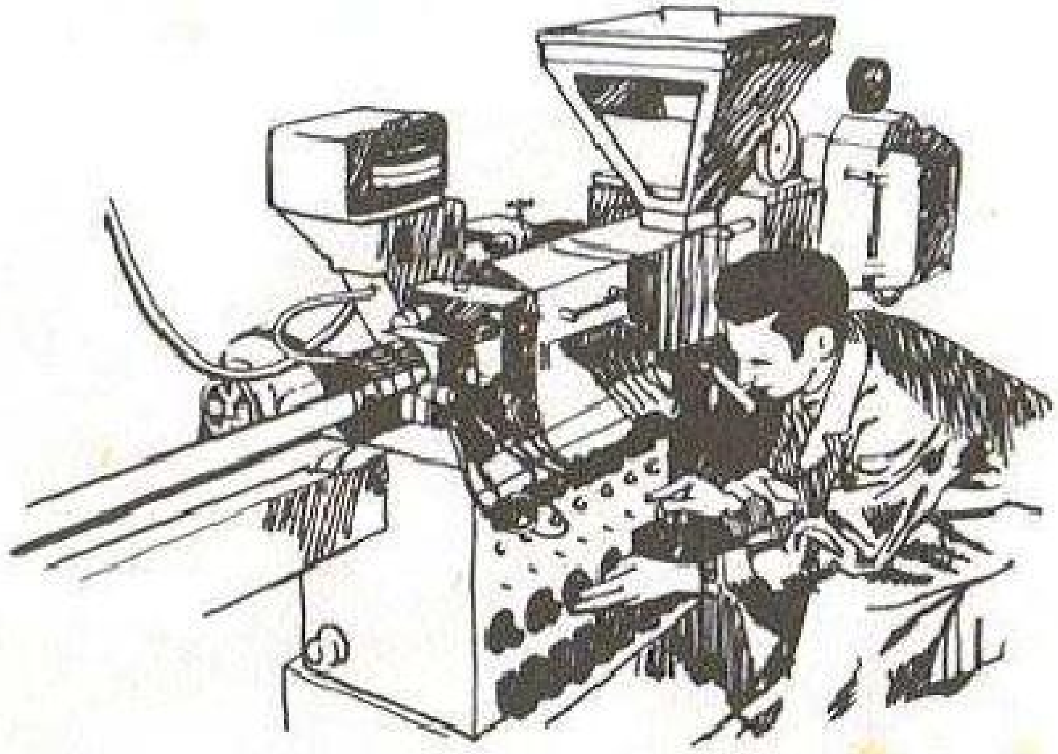
مُسْتَقْبَلُ اللَّدائِنِ

يَتَزايَدُ اَسْتِعْمالُ كُلِّ أَنْواعِ اللَّدائِنِ . ومِنَ المُؤَكَّدِ أَنَّ هٰذا التَّزايُدَ سَيَسْتَمِرّ . إِنَّ تَطَوُّرَ اللَّدائِنِ المَعْرُوفَةِ حالِيًا وَاحْتِمالَ اكْتِشافِ مَوادَّ جَدِيدَةٍ يَعْني أَنَّ اَسْتِعْمالَ اللَّدائِنِ فِي المُسْتَقْبَلِ سَيَشْمَلُ نَواحِيَ أُخْرَى غَيْرَ الَّتي نَعْرِفُها فِي هٰذِهِ الأَيّامِ .

فَمَثَلاً بِاسْتِخْدامِ أَلْيافِ الكَرْبُون بَدَلَ أَلْيافِ الزُّجاجِ لِتَعْزِيزِ اللَّدائِنِ يُمْكِنُنا الحُصُولُ عَلى مُنْتَجاتٍ تَتَمَيَّزُ بِمَتانَةٍ وَصَلابَةٍ أَكْثَرَ . ولا شَكَّ فِي أَنَّ الكِيمْيائِيِّينَ جادُّونَ فِي تَطْوِيرِ مَوادَّ راتِينجِيَّةٍ تُمَكِّنُ مِنَ الاسْتِفادَةِ مِنْ خَواصِّ أَلْيافِ الكَرْبُون عَلى أَفْضَلِ وَجْهٍ .

إِنَّ تَطَوُّرَ الصَّوارِيخِ ورِحْلاتِ الفَضاءِ قَدْ حَثَّ العُلَماءَ عَلى البَحْثِ عَنْ مَوادَّ خَفِيفَةٍ جَدِيدَةٍ صالِحَةٍ لِلاسْتِعْمالِ فِي دَرَجاتِ حَرارَةٍ مُرْتَفِعَةٍ . وَمِنَ المُحْتَمَلِ أَنْ تَكُونَ بَعْضُ هٰذِهِ المَوادِّ مِنْ لَدائِنَ جَدِيدَةٍ . وَسَيَعْنِي تَطْوِيرُها خَلْقَ مَجالاتٍ أَوْسَعَ لاسْتِعْمالاتِ اللَّدائِنِ .

وَيُقَدِّرُ العُلَماءُ أَنَّ حَجْمَ اللَّدائِنِ المُسْتَعْمَلَةِ فِي السَّنَواتِ الخَمْسَ عَشْرَةَ المُقْبِلَةِ سَيَكُونُ مُعادِلاً لِحَجْمِ كُلِّ الفِلِزّاتِ (المَعادِنِ) مُجْتَمِعَةً المُسْتَعْمَلَةِ خِلالَ الفَتْرَةِ ذاتِها . كَما أَنَّنا نَتَوَقَّعُ اَسْتِعْمالاً مُتَزايِدًا لِلَّدائِنِ فِي مَجالاتِ البِناءِ والنَّقْلِ والآلاتِ مِنْ كُلِّ نَوْعٍ ، وَنُرَجِّحُ أَنْ يَكُونَ تَوَقُّعُنا هٰذا صائِبًا . وَلَعَلَّهُ مِنْ غَيْرِ الحِكْمَةِ الجَزْمُ بِاسْتِبْعادِ أَيٍّ مِنَ المَجالاتِ ، مِنَ المَيادِينِ الَّتِي سَيَعُمُّها اَسْتِخْدامُ اللَّدائِنِ بَعْدَ خَمْسَ عَشْرَةَ سَنَةً مِنْ هٰذا التّارِيخِ !



شرح لبعض المفردات العلمية التي وردت في الكتاب

أحاديات الأصل : الجزيئات الصغيرة التي يمكن أن تتبلمر أي تترابط بعضها مع بعض.

البلمرة : عملية ترابط الجزيئات الأحادية الأصل بعضها مع بعض للحصول على جزيئات مضاعفة الأصل.

التشكيل بالبثق : ضغط المادة المسخنة عبر ثقب القالب لتأخذ الشكل المطلوب.

التشكيل بالحقن : صب كمية كافية من المادة اللدنة في القالب لملئه.

التصنيع : المراحل المتعاقبة التي تتم فيها معالجة المادة اللدنة حتى تتخذ شكلها النهائي كأداة للاستعمال.

التكسير : تحويل نواتج تقطير النفط إلى مواد كيميائية أبسط.

الذرة : أصغر جزء من عنصر.

العنصر : المادة التي لا يمكن تجزئتها إلى مواد أخرى أبسط منها.

مضاعفة الأصل : جزيئات كبيرة تكونت من تماسك (بلمرة) الجزيئات الصغيرة (الأحادية الأصل) بعضها مع بعض.

نواتج التقطير : المركبات المختلفة التي نحصل عليها من تقطير البترول الخام.

الوسيط أو الحفاز : مادة كيميائية تساعد على إتمام التفاعل بين الجزيئات.

سِلْسِلَةُ «الإنْجازات الحضاريّة»

١ – رِيادةُ الفَضاء
٢ – رِيادةُ الأَعْماق
٣ – قِصّةُ الرّاديو
٤ – قِصّةُ النَّفْط
٥ – قِصّةُ الطِّبّ
٦ – قِصّةُ العِلْم (١)
٧ – قِصّةُ العِلْم (٢)
٨ – قِصّةُ الفِلِزّات (المعادن)
٩ – قِصّةُ الطَّيَران
١٠ – الاخْتِراعاتُ الكُبْرى
١١ – قِصّةُ اللّدائِن (البلاسْتيك)
١٢ – قِصّةُ السّيّارة
١٣ – قِصّةُ الطّاقةِ النّوويّة
١٤ – قِصّةُ السّكك الحَديديّة
١٥ – قِصّةُ الدّرّاجة

Series 601 Arabic